# 国防科技名词大典

## 电子

# 国防科技名词大典



## 内 容 提 要

《国防科技名词大典》是我国第一部集国防科技工业各领域专业名词术语于一体的大型专业工具书，包括综合、核能、航天、航空、船舶、兵器、电子等7卷。全书共收词20000余条，彩色图表6000余幅，近1200万字。它是为适应我国国防科技工业发展的需要，由政府组织、行业支持、专家参与的大型系统工程，是国内外国防科技名词术语的积累与总结，是广大专家学者集体智慧的结晶。

电子卷是其中一卷，主要收录电子行业的基础性科技名词术语，并附有电子科技大事记。本卷共分18大类，收词近2000条，彩色图表近700幅，约130万字，适合国防科技工业、军队有关单位和其他相关行业的科技、管理人员及院校师生使用。

**图书在版编目（CIP）数据**

国防科技名词大典．电子/栾恩杰总主编；童志鹏分卷主编．—北京：航空工业出版社：兵器工业出版社：原子能出版社，2002.1

ISBN 7-80134-862-1

Ⅰ．国…　Ⅱ．①栾…②童…　Ⅲ．①国防—科学技术—名词术语—词典②电子技术—名词术语—词典
Ⅳ．TJ-61

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第030651号

责任编辑：吴绍华　张铁钧　封面设计：麦醒媛

航空工业出版社
兵器工业出版社　出版发行
原子能出版社

深圳利丰雅高印刷有限公司印刷　全国各地新华书店经售
2002年1月第1版　2002年1月第1次印刷
开本：889×1194　1/16　印张：28.5　字数：1284千字
印数：1-3000　定价：260.00元

ISBN 7-80134-862-1
TN·010

# 《国防科技名词大典》

## 总编委会

# 《国防科技名词大典》

## 电子卷编委会

# 序

在21世纪到来之际，由国防科学技术工业委员会组织编撰的《国防科技名词大典》与读者见面了。

半个世纪以来，我国的国防科技工业经过数代科技工作者和广大职工的艰苦努力，不断发展壮大，为增强国防实力、建立现代工业和发展国民经济做出了重大的贡献。

21世纪将是中国人民创造辉煌时代的新时期。实施科教兴国战略，实现科技强国、科技强军的目标，我们任重道远。20世纪下半叶以来，科学技术突飞猛进，新概念、新成就、新技术、新方法层出不穷。在这种情况下，加强技术基础建设，为今后技术创新、学术和技术交流与合作创造更好的条件，是一项重要任务。组织专家对国防科技名词术语进行深入分析、研究，统一称谓，逐步实现通用名词术语标准化、规范化，是一项重要的基础性工作。《国防科技名词大典》的编撰和出版，正是适应了这种需要。这部辞书的编辑出版，为国防科技工业的持续发展和不断创新奠定了新的基础。

建国50多年来，我国国防科技工业系统出版了许多工具书，对提高科技水平、培养人才起到了重要作用。但是还没有一部比较完整的、包括所有相关领域的综合性辞书。现在出版的《国防科技名词大典》，具有权威性、系统性、实用性的特点，填补了这项空白。这部《国防科技名词大典》由7卷组成，分为综合卷和各专业卷，把综合性、通用性、基础性的词汇集中在综合卷，专业性较强的词汇则收录在各专业卷。在编撰过程中，既考虑到各专业相互之间的联系，减少重复，又保持了各卷的相对完整性。近年来，随着科学技术的发展，出现了大量的新词汇。本辞书收录了相当多的新词，经过专家们认真而严谨的斟酌、推敲，给这些新词以科学的命名和定义，使这部辞书具有了新颖性。国防科学技术工业委员会在短短两年的时间里，组织和聘请了3000多位包括两院院士在内的知名专家参与编撰工作，采取超常工作模式，出色地完成了这一浩繁工程。由于出版技术水平的提高，这部辞书一改“白纸黑

字”的传统印刷方式，采用电脑制作、彩色印刷，达到了以文为主、图文并茂的效果，做到了内容与形式的统一。我们有理由期望，这部《国防科技名词大典》的出版，对促进我国国防科技工业的迅速发展和科技水平的不断提高，将发挥重要的作用。

宋健

2001年12月16日

# 前 言

为了适应新世纪我国国防科技工业发展的需要，国防科学技术工业委员会在世纪之交，组织国内3000多位从事国防科技工作的专家学者，在短短两年时间内，编撰出版了这部《国防科技名词大典》(以下简称《大典》)。

这部《大典》是在对国防科技名词术语进行搜集、筛选、分析、研究的基础上编撰而成的，《大典》力求定义准确、概念清晰，具有标准化和规范化的功能。在编撰、审订过程中，《大典》总编委会按照“求新、求精、优质、高效”的原则，广泛动员国防科技工业系统的专家学者，精选词条，仔细推敲，严格把关。在编辑、出版过程中，各单位通过周密计划，精心组织，实施“过程跟踪，节点控制，里程碑考核”，完成了这部大型工具书的出版工作，其效率之高，在我国科技辞书的出版史上是不多见的。

《大典》是我国第一部集国防科技工业各领域专业名词术语于一体的大型专业工具书，具有权威性、系统性、实用性的特点。它的出版凝聚了我国国防科技工业众多专家学者的集体智慧，是国防科技工业技术基础工作的一项重要成果，必将推动我国国防科技工业在新世纪更快地发展。

这部《大典》共收词20000余条，彩色图表6000余幅，近1200万字，分为综合、核能、航天、航空、船舶、兵器、电子等7卷。综合卷主要包括国防科技综合性、通用性、基础性的词汇，同时附有全书的总索引；核能、航天、航空、船舶、兵器5个专业卷收录的主要是具有各行业特色的科技词汇；电子卷收录的主要是电子行业的基础性词汇，其他行业电子词汇则收录在相应专业卷中。各卷都附有相关的科技大事记。这部《大典》言简意赅、图文并茂、印装精美、用途广泛。

愿《大典》成为您工作中的良师益友。

刘积斌

2001年12月8日

# 凡 例

## 一、 编排

1．本书按国防科技门类分卷出版。全书共分为综合、核能、航天、航空、船舶、兵器和电子等7卷。其中综合卷包括国防科技综合性、通用性、基础性的词汇以及全书的总索引。

2．各卷按条目名称的拼音字母顺序排列。第一字同音时，按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列；同音、同调时，按笔画多少和笔顺排列。第一字的音、调、笔画、笔顺均相同时，按第二字的音、调、笔画、笔顺排列，依此类推。

3．非汉字开头的条目，凡以拉丁字母开头的，排在汉语拼音相应字母的开头位置；以其他符号开头的，按习惯发音在汉语拼音中的相应位置排列。

4．为便于读者按知识体系检索，各卷正文之前均列有本卷全部条目的分类目录，其中加［ ］的表示分类名称。第一级表示大类，第二级表示小类，第三级表示条目。条目之间不再分级。例如：

**［雷达探测技术］**

［基本术语］

军用雷达

短波雷达

5．各卷之间的条目尽量不重复。为了保持各卷的结构完整性，对共用条目，分别在不同卷的分类目录中列出，释文只在一卷中给出，其他卷参见该卷释文。例如“测量不确定度”，分别在综合卷、电子卷分类目录中列出，释文在综合卷给出，电子卷见综合卷。

6．各卷科技大事记分为国内部分和国外部分，分别按时间顺序排列。

## 二、 条目名称

7．条目名称通常是词或词组，例如：“电磁波”、“作战仿真系统”。

8．条目名称上方加注汉语拼音，条目名称中的非汉字部分，在汉语拼音中直接写非汉字符号，条目名称中的标点符号在汉语拼音中省略。条目名称后附有条目外文名称。例如：

xinxizhan

**信息战** information operations

## 三、 释文

9．条目释文力求使用规范的现代汉语，释文开始不重复条目名称，有别称时一般先写别称。

10．本书条目一般不设层次标题，较长的释文分段叙述。

11．一个条目的内容涉及其他条目并需要其他条目的释文加以补充，采用“参见”的方式，被“参见”的条目名称用楷体标出。例如：“……其支援干扰方式分为以下三种：⑴远距支援干扰（参见综合电子战、远距支援干扰）；……”。

12．仅设条目名称、没有释文的条目，采用“见”的方式查阅相应条目的释文。被“见”的条目在其他卷的，在“见”的条目名称后用宋体注明被“见”条目所在的卷名。例如：

celiang buquedingdu

**测量不确定度** uncertainty of measurement 见综合卷。

13．条目释文中出现外国人名、地名、组织机构和产品型号名称时，一般不附原文。

14．在每个条目释文之后，均注明了撰写、修订、审订人员的姓名。

## 四、 图表

15．本书在条目释文中配有必要的图表，力求图文并茂，便于读者理解。

16．在同一条目中，若图（或表）为一幅时，不标图（或表）序，只标图（或表）题。若图（或表）超出一幅时，则分别编上序号，标在图（或表）题之前。

## 五、 索引

17．各卷文前有分类目录，文后有条目外文索引。条目外文索引首先按拉丁字母顺序排列，以希腊文、俄文、罗马数字和阿拉伯数字开头的外文名称依次按顺序排列。

18．综合卷书后附有全书的总索引，按汉语拼音的字母顺序排列。名称相同的条目在不同卷中有不同释文时，分别标出其在各卷的页码。名称相同的条目只在一卷有释文时，只标出有释文的卷名和页码。

## 六、 参考文献

19．本书在条目后面不附参考文献，各卷在书后集中列出本卷所参阅的参考文献。

## 七、 其他

20．本书所用条目名称，以国家自然科学名词审定委员会公布的为准，未经审定和统一的，从习惯。

21．本书所用汉字，以国家语言文字工作委员会 1986 年 10 月重新发表的《简化字总表》为准。

22．本书所用的标点符号，以《中华人民共和国国家标准》GB/T 15834—1995 为准。

23．本书所用数字，以《中华人民共和国国家标准》GB/T 15835—1995 为准，但未进行数字分节。

24．本书所用的量和单位，以《中华人民共和国国家标准》GB 3100～3102—93 为准。少数需要采用英制单位的，换算成法定计量单位，或给出与法定计量单位的换算关系，在括号中注明。个别的采用惯用工程名称和单位，如“质量”用其习惯称呼“重量”表示，“千克”用其同义语“公斤”表示，“千米”用其俗称“公里”表示。

# 目 录

# 分类目录

**[军事通信]**

[基本术语]

**[计算机技术]**



**[计算机软件技术]**

**[光电子技术]**



**[真空电子技术]**

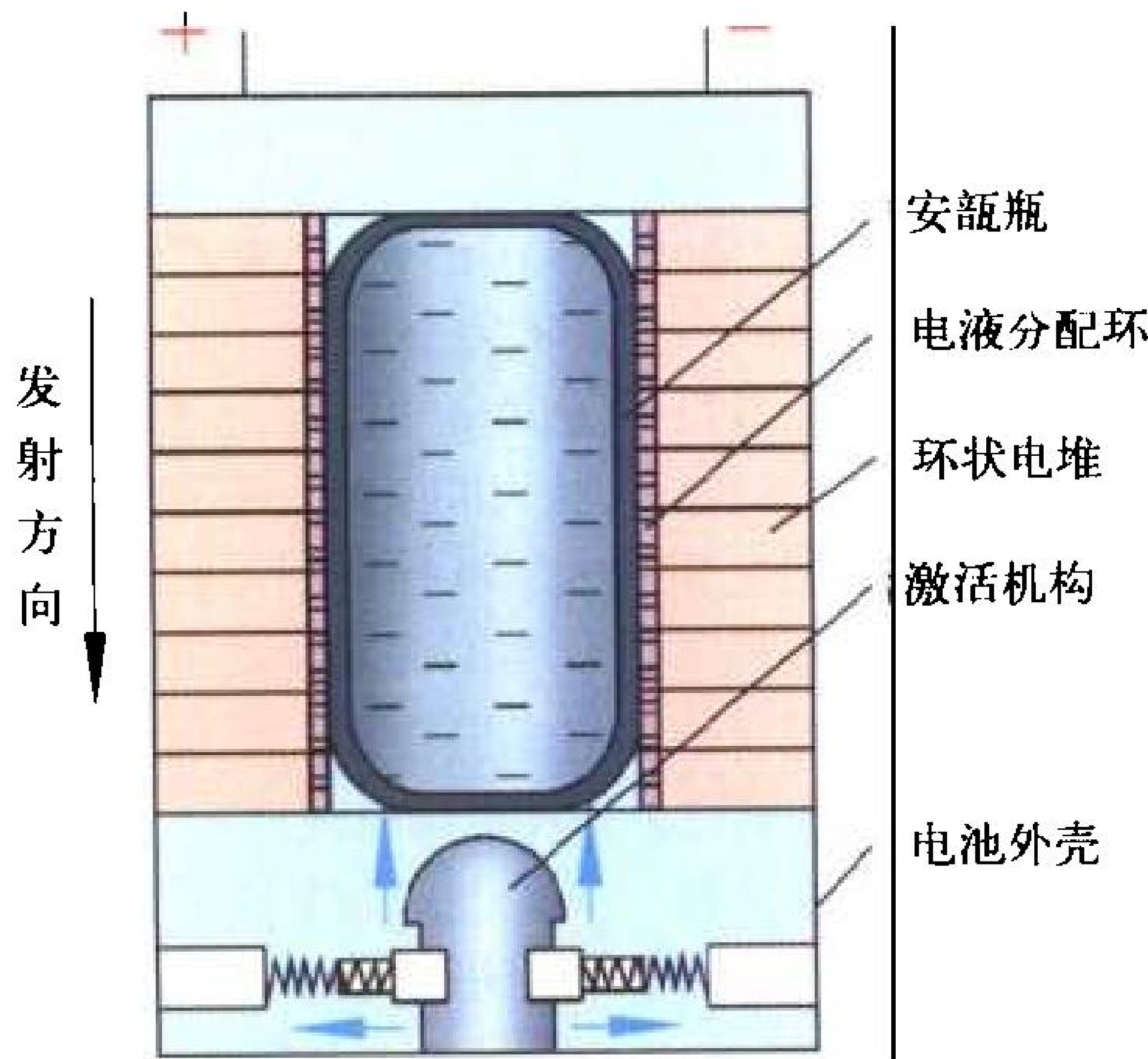



Ada yuyan

**Ada 语言** Ada language 一种大型、复杂、结构化的程序设计语言。1979 年由 Jean Ichbiah 领导的小组在 CII Honeywell 设计，并取名为 Ada 语言，以纪念世界上第一位有文字记载的女程序员 Augusta Ada Lovelace。Ada 语言先后被批准为美国联邦标准和国际标准，并曾被美国国防部在其软件项目中强制使用。Ada 语言最初用于嵌入式系统，它具有实时响应、并发多任务、异常处理和与机器有关的机制。为了支持大型的软件工程化开发，它还具有强数据类型、数据抽象、数据封装、分别编译和库管理等特性。Ada 语言最初的标准是 Ada 83，最新的标准是 Ada 95。Ada 95 在 Ada 83 的基础上增加了面向对象 (加标记类型、抽象类型等)、层次库和保护类型等特性，进一步提高了语言的可靠性和可维护性。 (撰写：张晓先 审订：瞿兆荣)

anbuxing zhubei dianchi

**安瓿型贮备电池** ampule type reserve battery 贮备电池重要品种之一。由环状电堆、中间的电解液安瓿瓶、底部的激活机构及电池外壳组成的电池，其结构如图所示。它的激活




安瓿型贮备电池结构示意图

方式是利用炮弹发射的冲击与自旋力将安瓿瓶打开，电液通过分配环进入电堆，而使电池工作。安瓿瓶主要有铜瓶和玻璃瓶：前者如 $Pb/PbO_2$，$HBF_4$ (氟硼酸) 电池；后者如高能 $Li/SOCl_2$ 电池。安瓿瓶贮备电池的特点是：贮存寿命长 (15 年以上)，价格便宜，无需维护。它广泛应用于炮弹引信电源 (如三七炮和 112 榴弹炮的炮弹引信电源等) 及其他领域。 (撰写：宋海德 审订：汪继强)

anquan caozuo xitong

**安全操作系统** secure operating system 又称可信操作系统 (trusted operating system)。安全操作系统必须是有安全可信度保证的操作系统，不存在人为的和现有手段能够发现的漏洞和后门，并且其质量和品质也具有良好保障。安全操作系统比普通操作系统在系统安全服务和机制方面也有所增强，提供比普通操作系统更多和更强的安全措施。安全操作系统的可信度必须通过中立机构的评测认证后，才能予以保证。 (撰写：张建军 审订：黄月江)

anquan celüe

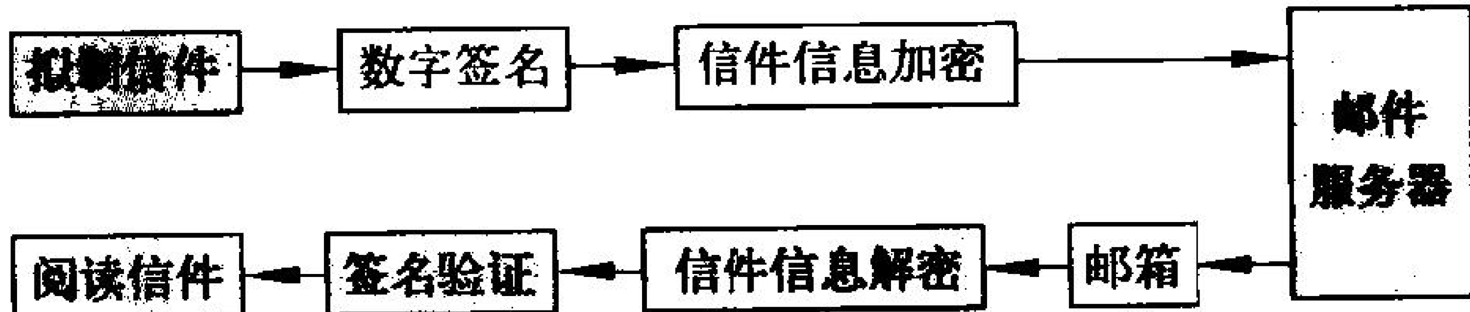
**安全策略** security policy 一组保障一定信息安全目标的采用书面或其他形式明确表达的政策。它规定了在既定范围内正确使用信息系统和信息的一般规则，以及发生违反规则的事件后应采取的措施。安全策略是对信息系统安全的高层次规划，是实施信息系统安全建设的出发点，是信息系统运行所必须遵守的安全准则。安全策略一般涉及以下内容：(1) 对安全策略所涉及的信息系统外部环境的一般性描述，包括所依据的法律、法规和策略的权威性等；(2) 系统的风险分析结果；(3) 对系统管理员维护工作的安全要求；(4) 对普通用户使用的安全要求；(5) 发生安全事故后应采取的安全措施。安全策略的正确实施需要从管理、技术、培训等各个方面予以保证。 (撰写：张建军 审订：黄月江)

anquan dianzi jiaoyi

**安全电子交易** secure electronic transaction (SET) 采用密码学技术确保以电子方式进行交易的信息的机密性、支付信息的完整性和交互实体的真实性。安全电子交易系统涉及持卡人、发卡人、供货商、支付网关、认证中心和结算中心、通信网络，是一个完整的以电子方式进行交易的系统。目前在电子交易系统中采用最多的安全协议是 SET 协议，该协议由 Visa 和 Master Card 组织共同制定。SET 协议对安全电子交易系统的整个交易过程所涉及的所有电子信息往来的格式、流程等作出了明确的规定。安全电子交易协议本身尽可能与具体的通信方式和实现方式无关，可用于因特网以及各种在线和脱线的交易网络，并兼容于现有的非电子交易系统。 (撰写：张建军 审订：黄月江)

anquan dianzi youjian

**安全电子邮件** secure electronic mail 通过计算机网络，在用户或用户组之间安全地收发信息的服务。电子邮件是利用基于存储转发方式的信息系统，以规定的报文格式向用户提供一般信函、文电、传真及图像等多种类型信息传递的一种非实时信息服务。安全电子邮件除了像电子邮件一样可利用电子方式草拟、提交、传送、存储、投递、阅读信件外，还提供对信件进行加密和数字签名等安全服务 (如图所示)。可广泛应用于政府、军队、金融等对机密性和完整性要求较高的领域。




安全电子邮件服务示意图

(撰写：杨新 审订：黄月江)

anquan guanli zhongxin

**安全管理中心** security management centre 对信息系统和通信网络及其组成部分所有的安全问题和环节实行管理的系统或设施。安全管理中心是信息系统的核心部分，它能实施风险分析、网络安全计划、安全策略、安全指标、安全分区、通行字、告急报警、密钥及安全保密设备管理等功能，还能实施各种监控功能，并及时对破坏者发起的攻击进行防范或还击。安全管理中心需配置安全监控系统、安全扫描系统、访问控制设备、安全保密设备、安全审计系统等安全管理工具，以及安全主管、安全审计员、安全分析员等安全管理人员。 (撰写：杨 新 审订：黄月江)

anquan jiankong

**安全监控** security surveillance 对信息系统和网络进行实时入侵检测、报警和响应。它采用的技术有基于网络的入侵检测技术、基于主机的入侵检测技术、分布式处理技术和可生存技术等。它对网络传输事件和系统事件进行实时监控，并对可疑行为进行自动的安全响应，使用户系统在受到危害之前即可检测并阻止非法的入侵行为和内部网络的误用，从而最大限度地降低安全风险，保护信息系统和网络的安全。

(撰写：杨 新 审订：黄月江)

anquan saomiao

**安全扫描** security scan 对操作系统和网络在配置和软件上是否存在安全隐患的检测过程。现有的 Unix 和 Windows 操作系统以及网络中都存在着相当多的安全隐患。这些安全隐患，有些是系统本身脆弱性的表现，有些是系统管理员或者用户在配置中的错误和疏忽所造成的，黑客可能利用这些安全隐患入侵系统和网络并进行破坏。通过安全扫描，可以发现本地或远方主机的安全弱点，并采取相应的安全措施。安全扫描需要采用安全扫描工具来实施，随着计算机和网络安全研究的不断深入，需要不断地充实和更新安全扫描工具，才能保障安全扫描的有效性。

(撰写：杨 新 审订：黄月江)

anquan shenji

**安全审计** security audit 对系统有关安全的活动进行记录，根据这些记录，能够对信息系统的安全运行状况进行重构、评估和审查。安全审计是记录任何用户的注册时间、注册地址、所进行的操作等安全活动的文件，同时记录信息系统管理员和安全管理员的操作。安全审计能够为信息系统的安全管理员提供有关追踪安全破坏事件和入侵活动的非常有价值的信息。 (撰写：杨 新 审订：黄月江)

anquan tongxin xieyi

**安全通信协议** secure communication protocol 具有安全性的通信协议。安全通信协议的设计通常采用密码技术来实现，它与一般通信协议的区别在于采用了密码技术来保证其安全性。安全通信协议的目标不仅仅是实现信息的加密传输，更重要的是为了解决通信网的安全问题。安全通信协议除具有一般通信协议的全部含义外，还具有以下特点：(1) 局外人不可能从通信协议中获得比协议自身所体现的更多的信息，必要时，可将协议全部进行封装和加密，使局外人不能获取有关协议的任何信息；(2) 通信协议本身的完整性不能被破坏，因为协议被恶意篡改后，可能造成灾难性的后果，对此可采用数据完整性机制以保证不能对协议信息进行非授权和不能觉察的增、删、乱序等破坏；(3) 实施通信协议的实体必须是确知的实体，可通过身份鉴别等方法来对协议的通信实体进行确认；(4) 通信协议不能被局外人或以非授权方式使用以达到其他非法的目的，如盗用协议去更改通信网络配置、制造故障、使通信系统瘫痪等。

(撰写：穆良知 审订：黄月江)

anquan weixie

**安全威胁** security threat 某人、物、事件或概念对某一资源的保密性、完整性、可用性所造成的危险，而攻击就是威胁的具体实现。针对威胁必须采取防护措施，即保护资源免受威胁的一些物理控制、机制、策略和过程。安全威胁分为两大类：故意的(如黑客入侵)和偶然的(如操作员的误操作)。在故意的威胁中又分为被动威胁和主动威胁。

(撰写：穆良知 审订：黄月江)

anquan zhiling kongzhi xitong

**安全指令控制系统** safety command control system 简称安控系统。对导弹(火箭)发出自毁指令的技术设施。是导弹(火箭)安全系统的重要组成部分，用于主动段严重故障，对航区安全造成威胁时采用的自毁设施。安全指令控制系统是一种独立的遥控系统，由两部分组成，即地面指令系统和导弹(火箭)中指令接收系统。地面指令系统主要包含轨道数据判决器、指令控制台及安控发射机。指令接收系统包含指令接收机及自毁控制器等。地面指令系统利用外测和遥测等数据综合判断导弹(火箭)飞行状况是否异常，必要时由指令发射机发出炸毁预指令，指令接收系统收到指令后，控制自毁控制器解除自毁装置的保险器。当飞行器超出安全线，指令系统计算机将自动选择落点，发出炸毁指令(动指令)，将飞行器炸毁。 (撰写：张德卿 审订：于景瑞)

aomiga a'erfa

**奥米伽/阿尔法** Omega / Alpha 二者都是超远程无线电导航系统。奥米伽在 1982 年完全建成，在全世界共建有 8 个发射台，实现了导航信号的全球覆盖。奥米伽的工作频率在 10 kHz 左右，每个台有特大的发射功率和巨型天线，电波沿由地表与电离层之间的大气波导来回反射而传播到很远的地方。奥米伽采用与罗兰 C 类似的双曲线定位法，但使用的是连续波，因此定位数据有多值性，需要有先验信息或其他方法辅助，以解多值性。另外定位精度较差，为 3.5 ~ 7 km，且定位信息每 10s 更新一次。奥米伽系统工作后，其用户以越洋和在边远地区飞行的航空用户最多，其次是海上用户。由于电波能穿入水下一定深度，对潜艇水下导航有一定意义。随着 GPS 正式投入运行，奥米伽已于 1997 年 9 月 30 日正式关闭。阿尔法 (Alpha) 是前苏联开始建设的类似于奥米伽的系统，计划共有 5 个台，全部分布在前苏联境内，其中有 3 个台已经建成，另有 1 个台即将投入使用。

(撰写：邱致和 审订：丁 群)



BJ 54 zuobiaoxi

**BJ–54 坐标系** Beijing-54 ( BJ–54 ) coordinate system 我国采用的大地测量坐标系。BJ–54 坐标系有两种，分别称作 BJ–54 (原) 和 BJ–54 坐标系。BJ–54 (原) 是在 20 世纪 50 年代初建立的，它用前苏联的 1942 年普尔科沃坐标系扩大边端点的坐标作为起算数据，再平差我国东北及东部地区的一等锁传算而来。因此大致可以说 BJ–54 (原) 是 1942 年普尔科沃坐标系在我国的延伸，它的大地原点在普尔科沃天文台，采用克拉索夫斯基椭球参数 (长半轴 $a$ = 6378245 m，扁率 $f$ = 1/298.3)，但这种坐标系存在椭球参数不够精确，以及参考椭球与我国大地水准面拟合不良的问题。在我国天文大地测量工作者 30 多年的努力下，产生了更适合我国的坐标系，在此基础上，既考虑到科学性与严密性，又考虑到 BJ–54 (原) 已使用了多年的情况，确定了新的 BJ–54，这种 BJ–54 的大地原点选在陕西泾阳，采用整体平差转换，因而既解决了 BJ–54 (原) 存在的一些问题，又不致引起地图的较大改动。 (撰写：邱致和 审订：丁 群)

BM C² xitong

**BM / C² 系统** battle management / command and control system 高度自动化的战斗指挥控制和战争资源与运行管理系统。它除了具有一般指挥控制系统制定作战计划、战场态势显示等作战指挥控制功能外，更强调战场资源与运行自动化管理功能，包括收集传感器或其他信息源获得的目标信息，进行处理，作出目标识别与威胁判断，进行优先级排序，并相应地分配武器。迄今，它主要用于航母战斗群的海上防空，以及弹道导弹防御。战略防御倡议 (SDI) 中曾拟采用 BM / C²。现在美国的国家导弹防御系统 (NMD) 及战区导弹防御系统 (TMD) 均采用 BM / C² 概念。在导弹防御关键阶段的极短时间内进行大量目标识别、确定拦截目标、控制武器拦截等是人力所不能及的。因而系统只能采用完全自动工作方式。这时人员仅起监视和管理作用，只在发生意外情况时才进行干预。在美国，除使用 BM / C² 术语外，还使用 BM / C³及 BM / C³I 术语。BM / C²、BM / C³、BM / C³I 术语的应用往往与系统建设采购计划所包括的范围有关，如果该计划只包括作战管理、指挥控制设备，则使用 BM / C² 系统这一术语，如果该计划还包括部分相关的通信设备，则使用 BM / C³ 系统这一术语，如果该计划既包括部分相关的通信设备又包括部分相关的探测设备，则使用 BM / C³I 系统这一术语。BM / C² 系统有时被写为 BMC² 系统。

(撰写：施振明 审订：彭永录)

BM C³ xitong

**BM / C³ 系统** battle management / command,control and communications system BM / C² 系统与相关的通信系统构成的综合系统。如果在计划和采购项目中，除 BM / C² 系统外，还包括通信系统，则该计划和采购项目可称为 BM / C³ 系统。当然 BM / C³ 系统还有对指挥控制、通信等重要作战资源进行作战管理的含义。对美国的国家导弹防御系统 (NMD) 来说，其 BM / C³ 系统由 BM / C² 系统和飞行中拦截弹通信系统 (IFICS) 所组成。BM / C³ 系统有时被写为 BMC³ 系统。

(撰写：施振明 审订：彭永录)

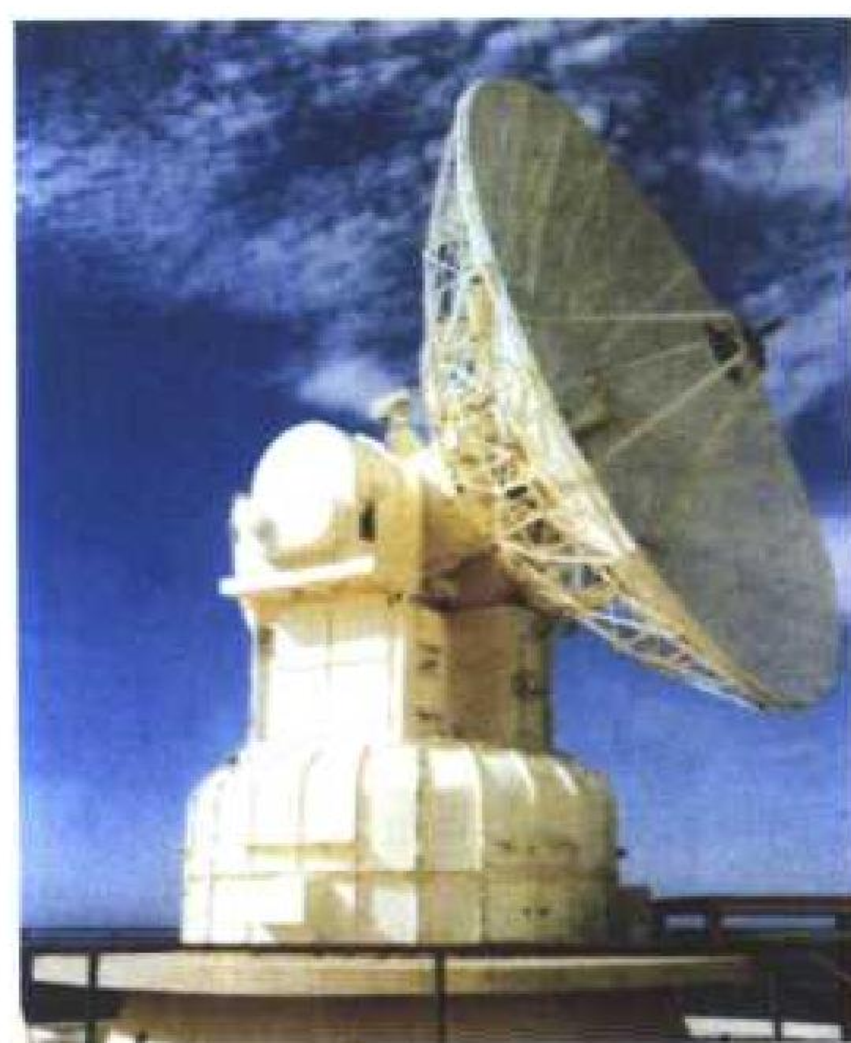
BM C³I xitong

**BM / C³I 系统** battle management / command, control, communications and intelligence system BM / C² 系统与相关的通信系统和情报系统的综合。如果在计划和采购项目中，除 BM / C² 系统外，还包括通信系统和情报系统，则该计划和采购项目可称为 BM / C³I 系统。当然 BM / C³I 系统还有对指挥控制、通信和情报等所有重要作战资源进行作战管理的含义。对美国的战区导弹防御系统 (TMD) 来说，其 BM / C³I 系统由 BM / C² 系统、通信系统和地基雷达等所组成。BM / C³I 系统有时被写为 BMC³I 系统。

(撰写：施振明 审订：彭永录)

bachang celiang leida

**靶场测量雷达** test range instrumentation radar 用于试验靶场对目标轨迹及其他数据进行精确测量的跟踪雷达。对于航天与导弹试验靶场，通常采用高精度的单脉冲跟踪雷达。第二次世界大战后的测量雷达采用圆锥扫描技术，20 世纪 50 年代末单脉冲测量雷达问世，其测量精度可达 0.1mrad，测距精度可达 2 m。60 年代出现了更大功率和更高精度的陆基和舰载测量雷达。90 年代，多目标相控阵单脉冲测量雷达研制成功，它既可以提供高精度的测量数据，又可同时对多目标进行跟踪测量。为了观测再入目标，60 年代开始，人们还研制了一系列特种测量雷达，以完成目标特性测量任务，如美国的“丹麦眼镜蛇”就属于这种雷达。图示为我国 60 年代研制的靶场测量雷达，用于我国第一颗人造地球卫星及导弹发射试验。 (撰写：王德纯 审订：张光义)



靶场测量雷达

bachang dongtai moni ceshi xitong

**靶场动态模拟测试系统** dynamical simulation measurement and test system for range 为模拟飞行器飞行情况而设置的测试设备集合。该模拟测试系统包括遥测动态模拟系统和外测动态模拟系统，是靶场常设设备。遥测动态模拟系统，产生飞行期间飞行器内部的各种信号，以检查遥测系统的工作情况；外测动态模拟系统，产生飞行期间飞行器的距离、多普勒频率、俯仰角、方位角等信号，以检查外测系统的跟踪测

量性能。（撰写：于景瑞 审订：千基磊）

baidong diandongji

**摆动电动机** oscillating motor 一种将输入电信号转换成为围绕某一特定位置、在一定角度范围内作周期往复偏转运动的电动机。摆动电动机由定子和转子组件组成。转子组件的构造有三种：动圈式的转动部分为线圈；动铁式的转动部分为软铁；动磁式的转动部分为磁钢。在精度较高的摆动扫描系统中，采用角位移传感器或轴角编码器，将电动机的输出信号与输入信号进行比较并实现闭环控制。摆动电动机应用于红外成像、激光等高科技领域。其典型应用是在红外扫描系统，用它带动一个镜片，每转过一个适当的角度，照射在镜片上的红外辐射光束就可扫出一条线，多条线就构成了一幅景物图像。（撰写：何松波 审订：鲁 华）

bantu fengzhuang shujuku

**版图封装数据库** database for package components layout 又称元器件版图封装数据库。是存放各种电子元器件物理实体尺寸图形的数据库。版图数据库是配合 PCB 设计软件工作的。在 PCB 设计时，布局软件工具按照元器件名称调出库中指定封装形式的某个元器件版图，包括焊盘数据摆放在 PCB 的某一位置坐标上，为布线做准备。目前，各个电子 CAD 软件的元器件版图库是不统一的，因此它们之间不能互换，但是它们所含内容却是基本一致的。通常分为数字元器件和模拟元器件。数字元器件一般包括 74 系列、CMOS 系列、微处理器芯片等。模拟元器件包括运算放大器、比较器、二极管等。版图库也分为内装库和用户库两类，内装库是软件自带的；用户库是用户根据需要自己定义建造的。它们都必须按照一定的标准绘制。目前有多种标准，包括英制和公制。内装库在 PCB 设计时往往不够用，例如表面贴装 SMT 器件封装库严重不足，用户应该根据需要和标准建造自定义的封装库。（撰写：李玉山 审订：李怀霞 周德俭）

bandaoti biaozhun jiagongxian

**半导体标准加工线** semiconductor standard fabrication line, foundry 专为半导体专用集成电路（ASIC）研制与批生产的加工生产线。类似于铸造厂，所以采用 foundry 一词。它以加工满足用户需求的专用 IC 为服务方式。须具有三大基本能力：(1)能适应多种性能 ASIC 电路加工需求的若干套标准工艺；(2)工艺处于严格管理之下，性能、成品率、可靠性与重复性有保证；(3) 具备完整的元器件库、版图设计规则等各类支持文件与设计工具，能为用户提供 ASIC 电路设计的服务。半导体标准加工线的出现是集成电路工厂发展的一种新模式。传统的集成电路工厂集 IC 设计与加工生产于一身，IC 产品从设计到制成均由工厂完成。半导体标准加工线可实现 IC 设计与 IC 制造过程的分离，通过用户参与 IC 设计及工厂灵活的加工方式降低用户支付的新产品开发成本，更好满足用户的多种要求。在现代军用电子装备中需要各种专门设计的 IC 电路，其功能种类多，且性能规格与商品 IC 有很大差别，难以从市场直接采购，半导体标准加工线可以最大限度地满足这种要求。（撰写：陈效建 审订：林金庭）

bandaoti cailiao

**半导体材料** semiconductor materials 导电能力介于导体与绝缘体之间的材料，室温下电阻率通常为 $10^{-3} \sim 10^{9}\,\Omega \cdot cm$。按其组分可分为元素半导体、化合物半导体、固溶体半导体、有机半导体等几种；按其形态可分为单晶体、多晶体及非晶态（又称无定形）。半导体的导电能力随材料中杂质含量的多少而变化：不掺杂的高纯半导体称为本征半导体；掺入微量杂质的称为轻掺杂半导体；掺入较多杂质的则称为重掺杂半导体。通过掺入杂质的种类来控制半导体的导电机制，分别为电子导电与空穴导电两种，具有电子导电机制的材料称为 N 型半导体，掺入的杂质称为施主杂质；具有空穴导电机制的材料称为 P 型半导体，掺入的杂质称为受主杂质。半导体材料是制作各种半导体分立器件、集成电路、固态微波器件及光电器件的关键材料，同时也是军事微电子和光电子技术的重要材料。（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

bandaoti chanza jishu

**半导体掺杂技术** semiconductor doping technique 根据半导体器件和集成电路设计的要求，用外延生长、扩散或离子注入等方法，将杂质元素按设定的浓度与分布掺入半导体中，以达到改变材料电学性质和形成半导体器件的技术。外延生长（VPE，LPE，MOCVD，MBE 等）掺杂技术是在半导体薄层生长过程中将不同导电类型的杂质直接掺入半导体中。如 HEMT，HBT，SiGe HBT 以及 LED，LD（激光器）等，所用材料均采用此种方法。扩散掺杂是在高温条件下，用掺杂气体将杂质元素掺入半导体表面，或在半导体表面沉积一层掺杂层，并在温度作用下，使杂质进入半导体内。其浓度和深度分布由温度、时间以及杂质的扩散系数决定，不同元素有不同的扩散系数。离子注入是在离子注入系统中将杂质原子电离，再由电磁场加速，使其获得很高的能量（30 ~ 100 keV），然后“注入”到晶体中，再经过退火使晶格复原、杂质激活而达到掺杂的目的。此外还有中子嬗变掺杂方法（NTD）。（撰写：黄念宁 审订：陈效建）

bandaoti chanza shebei

**半导体掺杂设备** semiconductor doping equipment 按设定的浓度和分布将所需的杂质掺入半导体的设备。这类设备有离子注入机、扩散炉和外延炉等。在离子注入机中，经质谱仪选出的元素离子在高压电场的加速下获得较大的动能而挤入半导体中，通过随后的退火达到掺杂的作用。大束流的离子注入机的生产效率可以达到每小时注入 300 片。扩散炉是在高温下半导体表面及附近的杂质原子的热运动加剧，使杂质进入半导体中达到掺杂的目的。在半导体器件和 IC 工艺中，还有外延设备。该类设备用于在半导体膜生长过程中直接将杂质掺入半导体中（参见**膜生长设备**）。

（撰写：高建峰 审订：林金庭）

bandaoti cunchuqi

**半导体存储器** semiconductor memory 一种由半导体存储单元和外围电路组成的、能存取大量数据的通用型集成电路。半导体存储器有多种分类方法。按断电后对数据的保存能力分为易失性存储器和非易失性存储器。按器件结构和工艺分为双极存储器和 MOS 存储器。前者存取速度快，后者低功耗、低成本、高集成度。按材料分为 Si 存储器和 GaAs 存储器，前者为主流产品，后者具有超高速、低功耗等优点。按存取方式可分为：(1) 随机存取存储器，包括动态随机存取存储器、静态随机存取存储器、视频随机存取存储器、内容可寻址随机存储器；(2) 只读存储器，包括掩模只读存储

器、可编程只读存储器、可擦编程只读存储器、电可擦编程只读存储器、快可擦编程只读存储器。半导体存储器最主要的性能指标是存储容量和工作速度，在计算机中可用作主存储器(内存)、辅助存储器(外存)、高速缓冲存储器和控制存储器等。半导体存储器在存储容量、工作速度、功耗、尺寸、价格和多功能等方面的综合优势是其他类型存储器不能相比的，是电子计算机及各类数字系统的重要部件。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

bandaoti jiguangqi

**半导体激光器**　semiconductor laser　又称二极管激光器。以半导体材料为工作介质的激光器。半导体激光器依靠在重掺杂P-N结两端加正向偏压，使电子和空穴大量复合产生光辐射。半导体激光器的主要材料是Ⅲ-Ⅴ族化合物以及它们的多元固溶体。为了得到更大波长范围的发射，也采用Ⅳ-Ⅵ族、Ⅱ-Ⅵ族化合物的组合。半导体激光器主要分为同质结、双异质结、量子阱等结构。共振腔主要有以下几种形式：利用垂直于结面的两个晶体解理面形成的法布里—珀罗腔、反射镜与结面平行的垂直腔、反馈机制分布于增益介质中的分布反馈腔等。半导体激光器体积小、效率高、寿命长，采用简单的电流注入方式泵浦；其工作电压和电流与集成电路兼容，因而有可能与之单片集成；可用高达吉赫($10^9$ Hz)的频率直接进行电流调制以获得高速调制激光输出。半导体激光器在光纤通信、光存储、光陀螺、激光打印、条码识别、测距、制导、引信及光雷达等方面获得广泛应用。大功率半导体激光器可用于医疗、加工和作为固体激光器的泵浦源。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

banqiu xiezhen tuoluo

**半球谐振陀螺**　hemispherical resonator gyroscope　一种高精度的振动陀螺，是测量物体在惯性空间的运动角速度和角度的器件。其振动元件是一个杯状的熔石英半球，半球唇缘的振动是具有四个波节和四个波腹的驻波振动，利用基座旋转时波腹的进动特性就可以检测基座在惯性空间的角位移和角速度。半球谐振陀螺的结构和工作原理分别如图1、图2所示。半球谐振陀螺由半球谐振子、激励罩和读出基座三部分组成，其上制作相应的电极，通过半球谐振子的芯柱装配成一体。在静电激励下，半球谐振子产生四波腹振动，它具有两个波节轴和两个波腹轴。图2中有一个固定的参考点且假设振型的波腹在初始时刻对准该参考点。当谐振子沿输入轴逆时针方向旋转90°时，振动波腹相对于基座顺时针进动27°。其相对进动率接近30%，通过检测振型位置的变化就可以感知基座的旋转角度。半球谐振陀螺精度高，稳定性好，抗核辐射，耐高冲击，有角度记忆功能，特别是能在连续工作15年的条件下保持0.995的高可靠度，因此受到航天用户的青睐而广泛用于各种人造卫星和宇宙飞船。半球谐振陀螺的潜在应用包括：高性能军用飞机的组合惯性参考单元(IIRA)；巡航导弹的高精度惯性导航仪；舰船、潜艇的精确导航；高精度的地面测量；地空导弹的捷联制导单元；弹道导弹的升空和再入制导；深空探测的姿态参考；高精度的惯性稳定和跟踪(太空望远镜和定向能武器)；定向钻方向控制和钻井测量等。

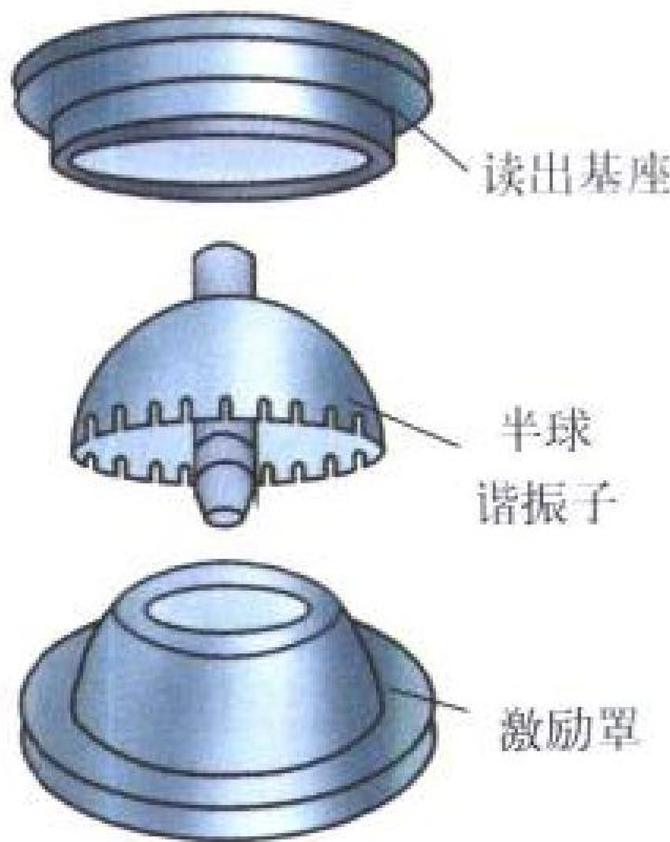



图1　半球陀螺结构示意图

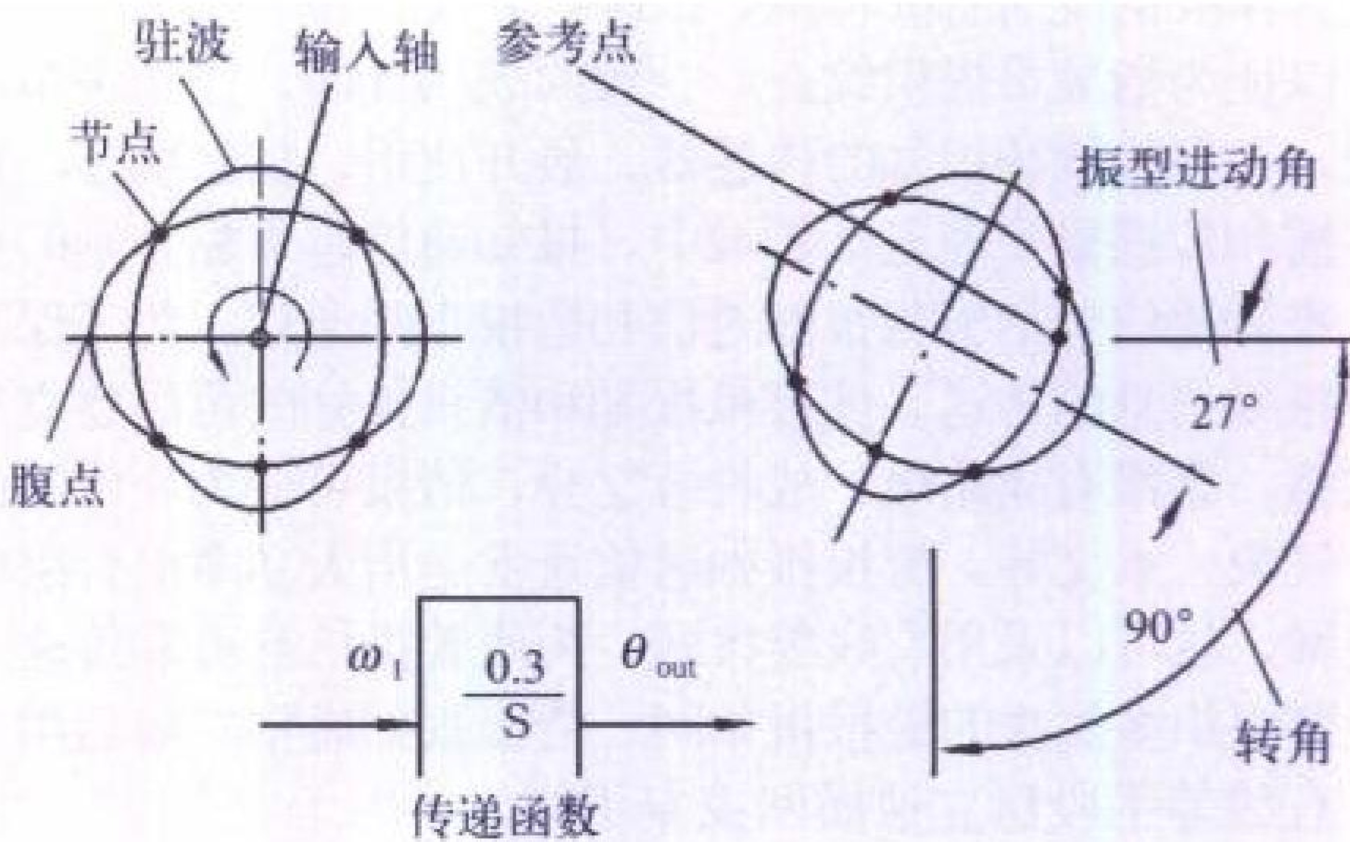



图2　半球陀螺工作原理图

（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

baozhuangshi huixuanguan

**包装式回旋管**　gyrotron with permanent magnetic system　一般指永磁包装回旋管。外加的工作磁场由永磁体系统提供的回旋管称为永磁回旋管。器件的工作原理与一般回旋管一样，利用回旋电子注与谐振腔或波导系统中的高频电磁场相互作用，由于相对论效应而产生电子的横向群聚，并将电子的部分横向能量转换成高频电磁场能量而产生振荡或放大。回旋管工作磁场与工作频率成正比。在毫米波波段，基波回旋管工作频率很高，磁系统及其电源体积大而笨重，给很多实际应用带来不便。回旋管工作磁场与回旋谐波次数成反比。采用高次回旋谐波降低回旋管工作磁场，以便能采用永磁体系统，这是回旋管发展的一个重要方向，许多种类回旋管均可实现永磁包装。目前8 mm波段回旋单腔振荡管已开始实现永磁包装，永磁包装回旋速调管也开始研制。由于永磁包装回旋管系统体积小、重量轻、机动性好，在雷达、电子战、保密通信等军事领域及工业上有重要而广泛的应用。

（撰写：李宏福　审订：廖复疆）

baomi tongxinwang

**保密通信网**　secure communication network　具有安全保密机制、能保证通信网中信息安全的通信网。保密通信网既可独立组建，也可在公用网上组建。保密通信网无一例外地都要使用保密设备，如终端加密设备、信道加密设备、密钥分配设备、密钥管理设备、密网关设备等。终端加密设备保证从终端输出的信息均被加密，减少了明文信息在系统中其他地方暴露的几率；信道加密是对抗敌方通过信道窃取信息的一种有效手段。如果终端信息已经过加密，则在信道加密设备中还可进行二次加密，以进一步提高保密性；密钥分配设备负责对系统中的各种保密设备自动分配密钥，以提高密钥分发的准确性和分发效率，并可实现一次一密，提高系统的保密性；密钥管理设备对系统使用的密钥从生成、检验、分配、使用到更换等全生命周期进行管理，确保密钥的安全性；密网关设备是与其他保密通信网互联的设备，其中可能进行接口转换、语音编码体制转换、信令转换、密码转换等，以保证两个保密通信网之间进行保密的无缝连接和保密互通。

（撰写：穆良知　审订：黄月江）

baozhi tongxin

**报知通信** awareness communication 专门为报告战场警报和情报而组成的通信设施。现代战场报知，引入先进的信息处理技术，自动将各类数据变换为信息，包括来自传感器和其他具体数据流信息的检测、跟踪、分类、相关、存储和提取，以便为指战员提供综合、一致的战场视图，作为决策的依据。在现代战场报知的传感器、展开使用、信息综合、信息传播和传感器管理五个领域中，报知通信起着黏合剂的作用。报知通信包括警报报知通信和情报报知通信。为了保障两种报知信息的传送，按警报报知和情报报知的范围建立通信联络。警报有战略级、战役级之分，情报可分为空情、海情、气象、水文等。警报报知通信通常运用大功率电台组织通播网，也可以采用有线警报网。为使警报信息可靠传递，一般要组织多层次的警报报知网。情报报知通信一般运用无线、有线等手段建立通播网或专用网。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

baoluqu

**暴露区** exposed zone 电子设备受到干扰时仍能正常工作的区域(参见压制区)。当雷达与目标的距离小于 $R_0$ 时，$P_{rj}/P_{rs}<K_j$，不满足 $P_{rj}/P_{rs}\geqslant K_j$ 的有效干扰条件，这时干扰压制不了目标回波信号，雷达仍能够在干扰中发现目标，则 $R_t<R_0$ 的区域就是暴露区。产生这一现象的物理实质是：随着雷达和目标的接近，目标回波信号 $P_{rs}$ 随距离变化的四次方增长，但干扰信号功率 $P_{rj}$ 则随距离变化的二次方增长；当距离小至 $R_0$ 时，$P_{rj}=K_jP_{rs}$；距离再小，干扰信号虽仍在增强，但不如回波信号增强的快，则 $P_{rj}<K_jP_{rs}$，目标就暴露了。

（撰写：王燕　审订：索以宾）

beixing dianshu zhiliu sifu diandongji

**杯形电枢直流伺服电动机** moving coil direct current servo motor 转子是用高强度漆包线和增强材料及黏结剂等制成的杯形电枢，定子是无齿槽铁芯的永磁式直流电动机。杯形电枢绕组有两种方式：直绕组和斜绕组。微型永磁式直流电动机的磁钢一般放在内定子上(内磁式结构)，薄壁结构的杯形电枢在内、外定子所形成的工作气隙中旋转。它具有转动惯量小、转矩波动小、无线电干扰小、损耗小、过载能力强的优点，适用于频繁起动的伺服系统。在自动控制系统中，如需带动较大负载，应当采用带有齿轮减速器的杯形电枢直流伺服电动机组。由于其起动、停转迅速，在要求反应速度快的伺服系统中应用极为广泛，如用于导弹的末制导系统等。

（撰写：何松波　审订：鲁华）

beimei fangkong fangtian silingbu

**北美防空防天司令部** North America Aerospace Defence Command (NORAD) 由北美防空司令部(North America Air Defence Command)发展而来，该组织是美国和加拿大两国于1958年建立的合作组织，当时主要负责防御苏联的远程轰炸机对美国大陆、阿拉斯加和加拿大的空袭。随着反导弹和反卫星系统的发展，位于夏延山的北美防空司令部于1981年更名为北美防空防天司令部(其缩写仍为NORAD)。北美防空防天司令部包括指挥中心(见图)、防空作战中心、导弹预警中心、空间控制中心(由原空间监视中心和空间防御作战中心组合而成)、联合情报观察中心、系统中心、NORAD作战管理中心和气象支援单元。北美防空防天司令部主要负责北美的空间和空中的预警与控制。空间和空中预警包括监视空间的人造物体，对攻击北美的飞机、导弹或其他空间飞行器进行探测、确认和预警，提供对北美的空间和空中攻击的综合战术预警和攻击评估(ITW/AA)，并将该信息发送给加拿大政府和美国最高指挥当局。空间和空中控制包括对加拿大和美国的领空进行监视和控制，并指挥作战部队拦截有人轰炸机、洲际弹道导弹、海射弹道导弹以及巡航导弹等。



NORAD 指挥中心图

（撰写：冯芒　审订：刘兴）

beichang beifanshe taiyang dianchi

**背场背反射太阳电池** back surface field and reflection (BSFR) solar cell 同时具有背场和背反射的太阳电池。如果在此类电池上再引入浅结、密栅、多层减反射膜等，就组成了目前常用的高效硅BSFR型太阳电池，如图1所示。这种电池的电性能明显高于常规电池。浅结可以提高电池的短波响应，背场背反射可以提高电池的长波响应，因此具有更高的光电转换效率。目前空间实用型BSFR太阳电池的光电转换效率在15%～17%(AM0，135.3mW/cm$^2$，25±2℃)。这种电池的工艺较复杂，成本也较高，但由于具有光电转换效率高的优势，因而在低轨道大功率空间飞行器上应用广

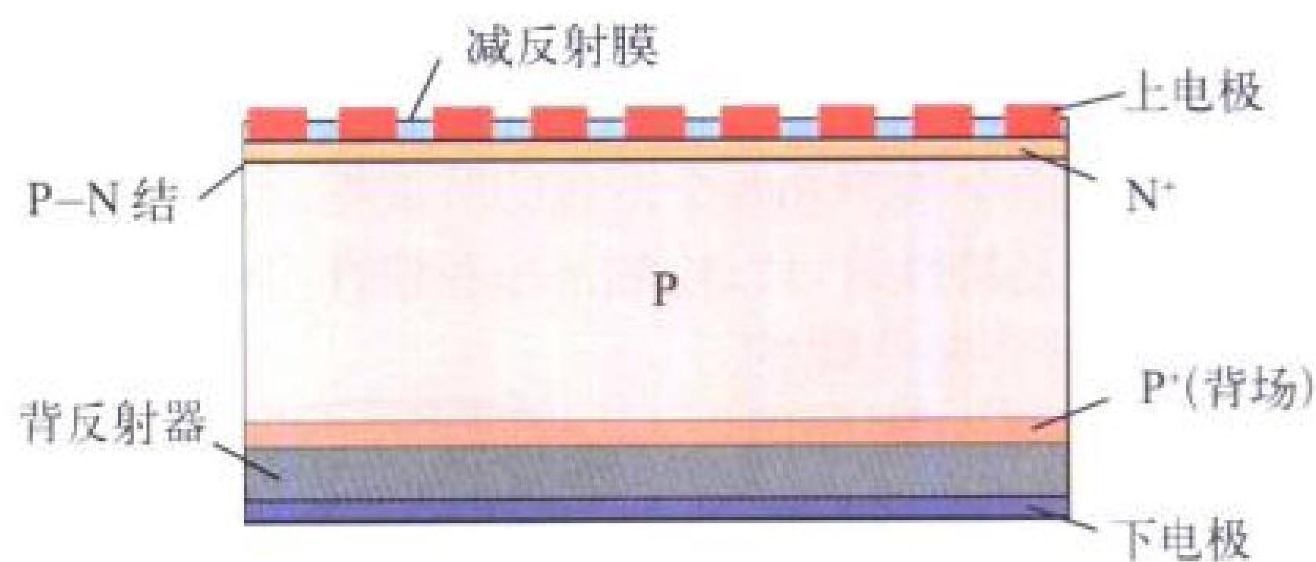



图1 背场背反射太阳电池示意图

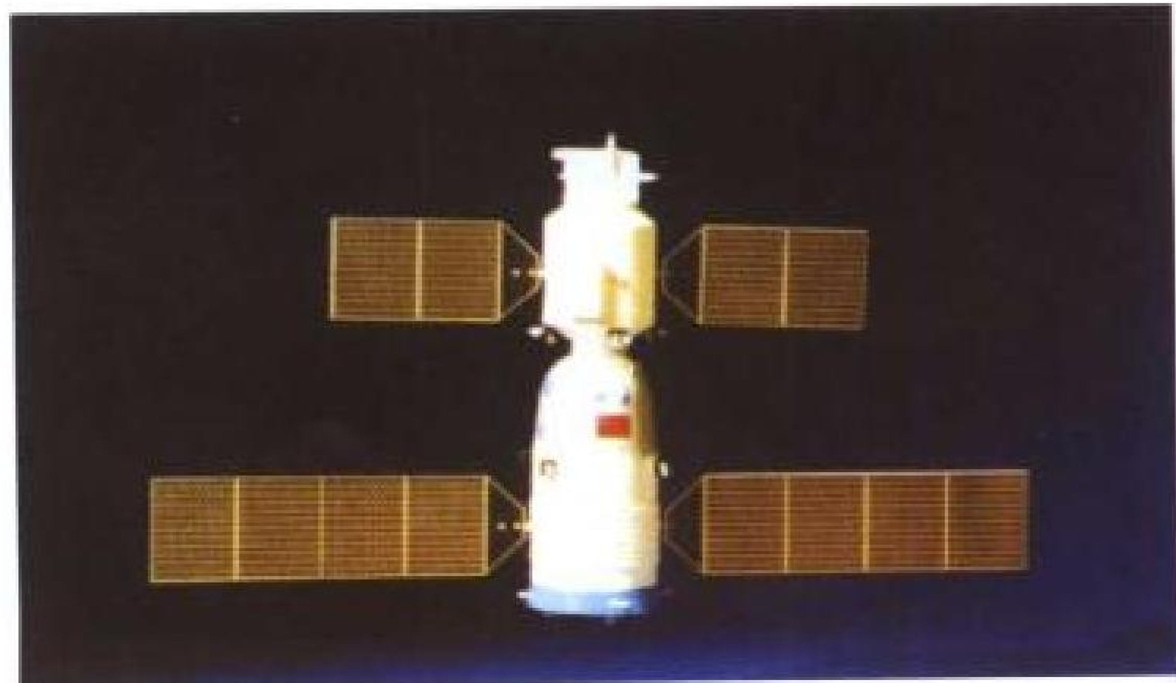


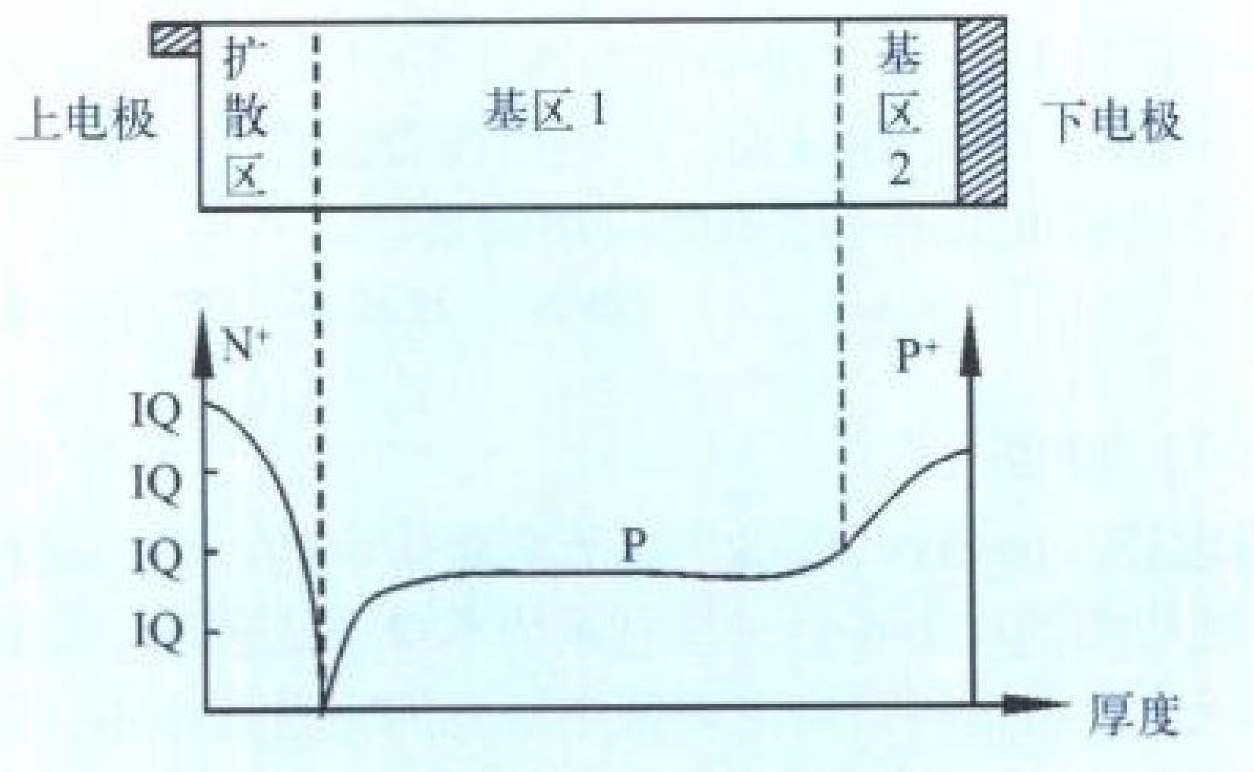
图2 用于飞船的BSFR太阳电池

泛。图 2 是“神舟”号飞船上用的 BSFR 太阳电池。

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

beichang taiyang dianchi

**背场太阳电池**　back surface field (BSF) solar cell　在电池基体与下电极相接的边界处具有内建电场的太阳电池。在电池基体靠近下电极一侧，用扩散等方法建立一个同种杂质的高掺杂区，形成 P–P⁺ 或 N–N⁺ 的同种杂质浓度梯度，从而在电池背面产生一个类似 P–N 结的内建电场。因为该内建电场位于电池的背面，因而称之为背场或背表面场。图示为




背场太阳电池结构和掺杂浓度示意图

具有 P–P⁺ 结构背场的电池结构和掺杂浓度示意图。图中，基区 1 代表正常的基区部分，基区 2 代表靠近下电极的同种杂质的高掺杂区。这种 N⁺–P–P⁺（或 P⁺–N–N⁺）结构，由于背场的作用，提高了太阳电池的长波响应和光生电动势，从而提高了太阳电池的工作电流和工作电压。背场太阳电池的光电转换效率较高，可达 15.3%（AM0，135.3 mW/cm²，25±2℃），但耐辐照性能稍差，通常应用在寿命偏短的低轨道航天器上。

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

beifanshe taiyang dianchi

**背反射太阳电池**　back surface reflection (BSR) solar cell　电池基区材料背面具有一高反射能力的金属薄层的太阳电池。图 1 所示为背反射电池和无背反射电池的反射率与光波波长的区别。具有背反射功能的电池对穿透基区而未被完全吸收的部分长波光具有较高的反射率，使部分光能量反射回基区得到二次利用，有利于提高太阳电池的长波响应和工作电流，通常可使电池的短路电流密度提高 4% 左右。电池越薄，背反射的作用越明显。由于背反射的存在，它还能把到达背面的波长大于电池光谱响应截止波长的红外光反射出去，减轻其效率下降的有害影响。背反射太阳电池比普通太阳电池的太阳吸收率约低 5%。这类电池的抗辐照性能较好，空间高轨道长寿命卫星一般选用此类电池。图 2 是气象卫星上用的 BSR 太阳电池。

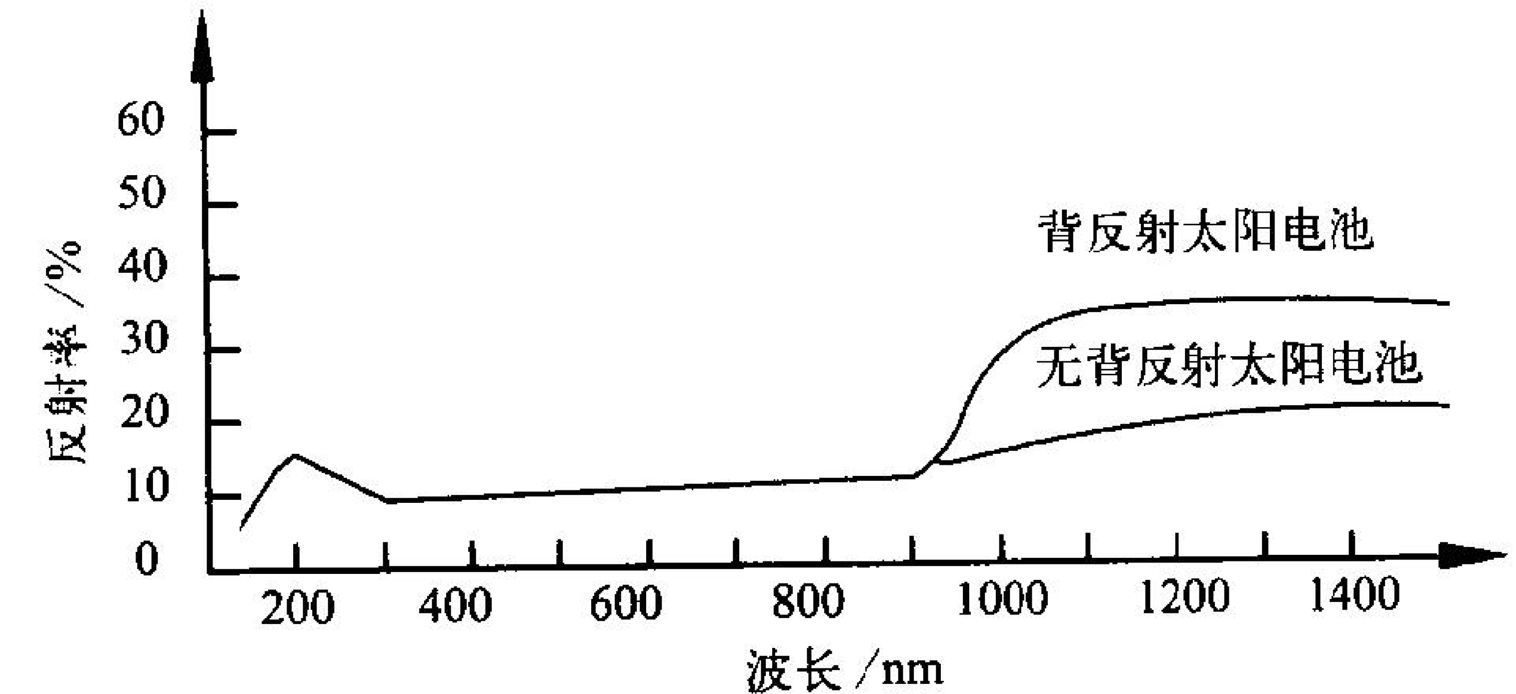



图 1 有、无背反射电池的反射率曲线

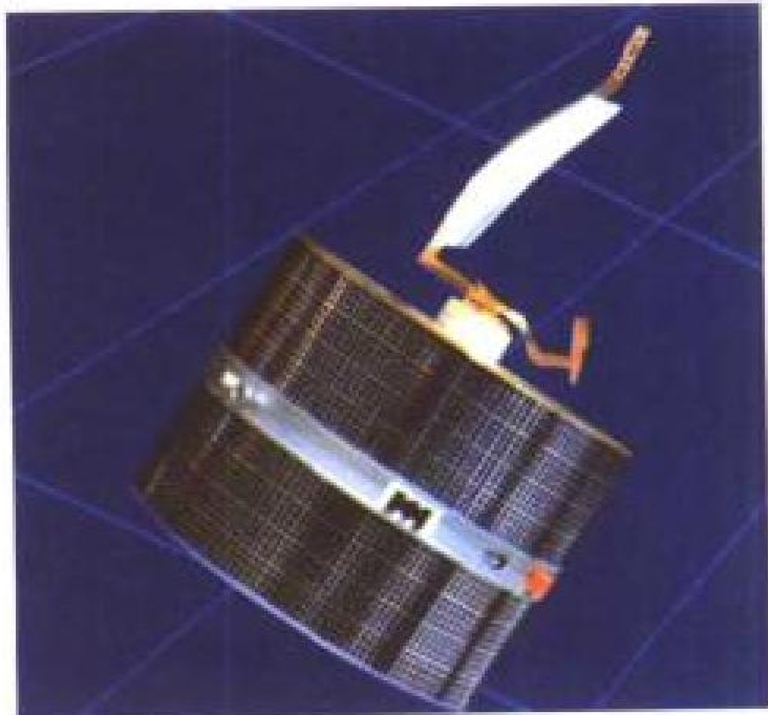


图 2 用于气象卫星的 BSR 太阳电池

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

beijing dianci fushe

**背景电磁辐射**　background electromagnetic radiation　地球环境中的背景电磁辐射。这种辐射主要来自银河系、太阳、地球大气与闪电等自然背景，以及工业电气的干扰。图 1 为

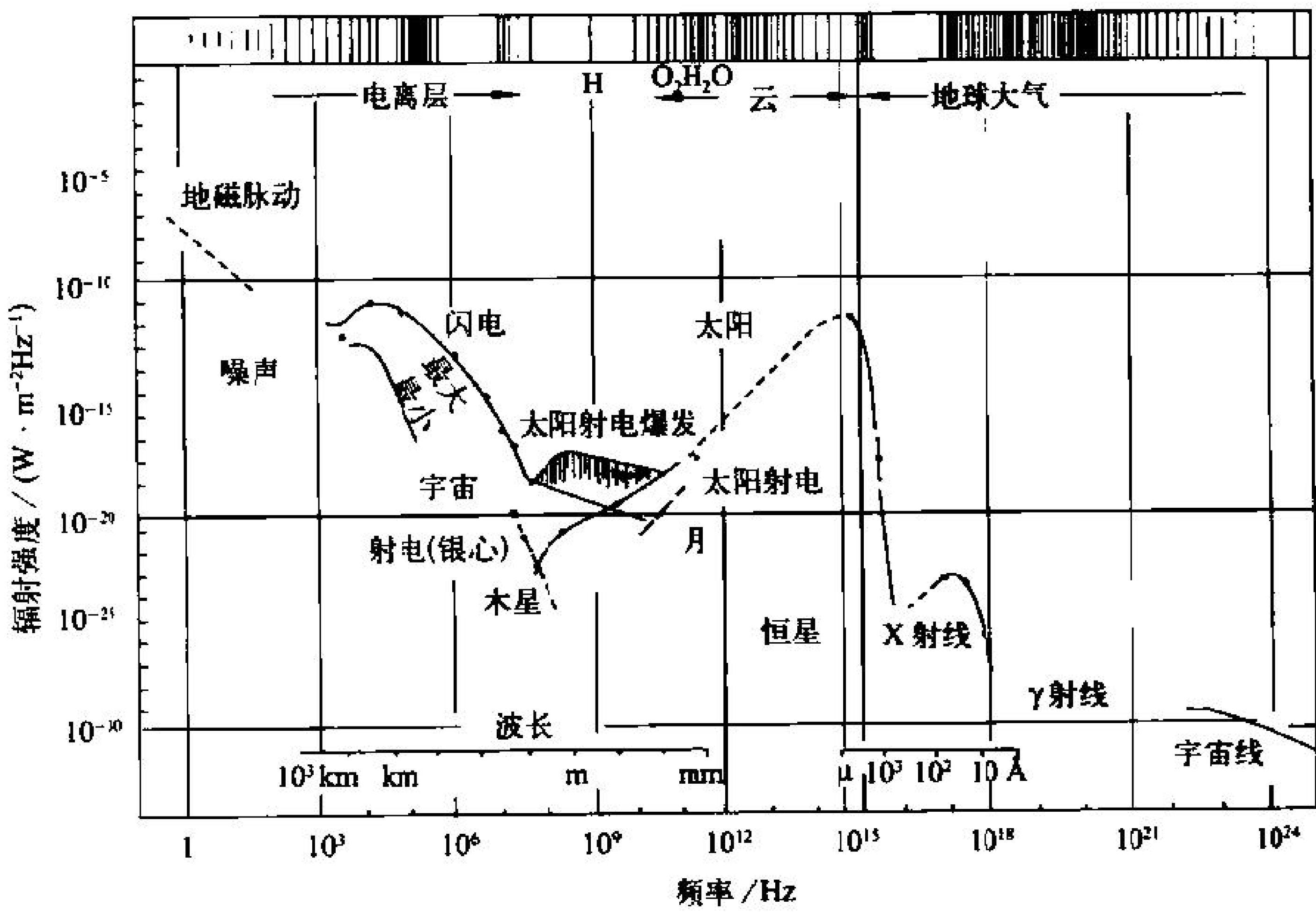



图 1 自然电磁辐射强度频谱

地面收测的自然电磁辐射强度的大致频谱分布（最上部显示电离层与大气的吸收窗口）；图 2 和图 3 分别为计算的地面

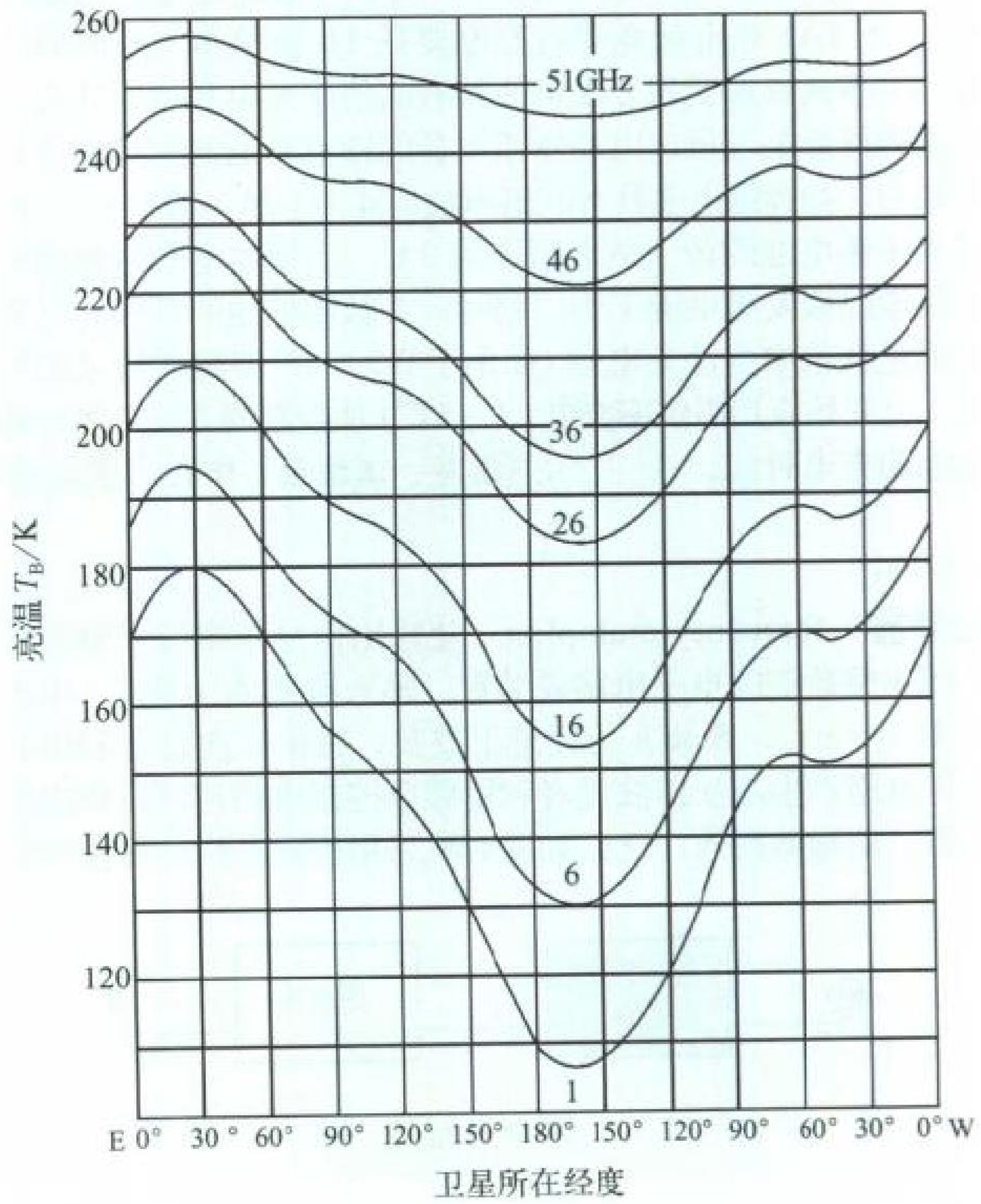



图 2 地面辐射亮温

辐射亮温和卫星收测的宇宙噪声。

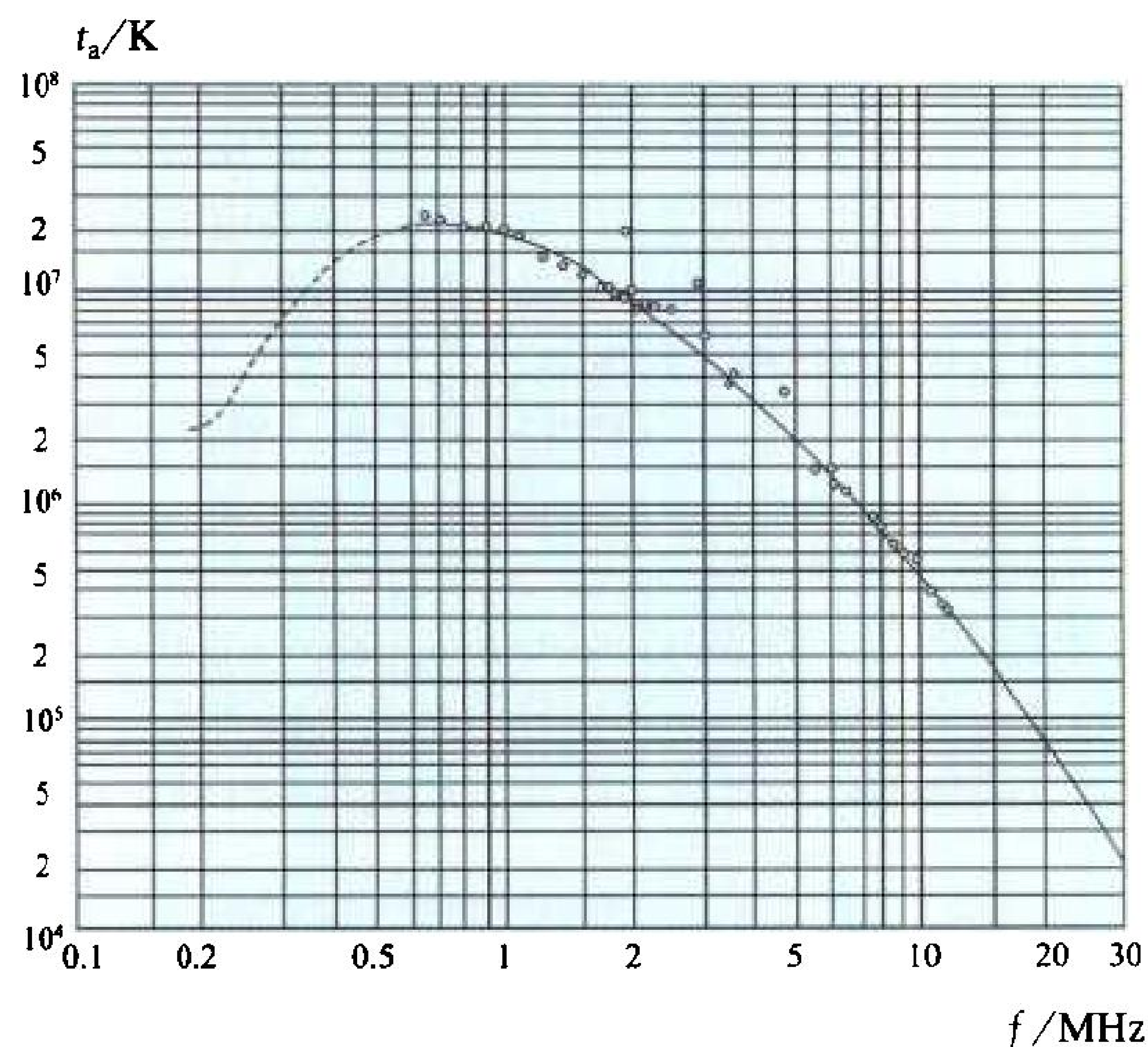



图 3 银河噪声接收天线等效温度

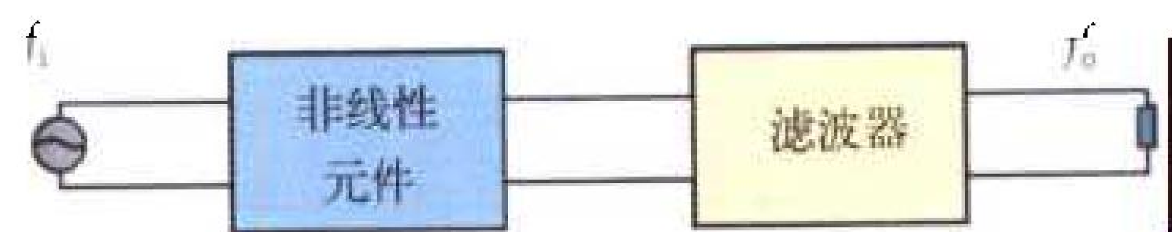
（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

beilü

**倍率** rate 电池放电电流和充电电流的一种表达方法，通常以电池额定容量（以C表示）的倍数来表示，即$k$C（A或mA），$k$可以表示为0.1，0.2，0.5…，也可以为整数，如1、2、5…。由此可分别表示为：0.1C(A)、0.2 C (A)、0.5 C (A)、1 C (A)、2 C (A)、5 C (A) 等。对于一般碱性蓄电池和锂离子蓄电池，通常以0.2 C (A) 放电时，电池输出规定的容量，确定为电池的额定容量。显然，倍率越高，电池的放电电流（或充电电流）越大。以航空蓄电池为例，若单体电池容量为40 A · h，则作为启动用时的电流常常高达20～25 C，即800～1000 A。同样，对要求快速充电的电池而言，1 C (A) 充电就意味着充电要在1h或稍多一点时间完成。军事武器和装备要求电池具有高倍率充电和放电能力，但这种性能是与所选电池体系本身的特点及电池的结构等相关联的，如锌银电池具有高倍率放电能力（20～30 C），一般锂离子蓄电池的最大放电倍率为3 C，而固体电解质锂碘电池仅能以微安级电流工作。同时，多数蓄电池的推荐充电制度都是低倍率电流充电制（如小于0.5 C），但随着技术的发展，已开始应用高倍率充电（1～5 C）加控制的方式来缩短蓄电池的充电时间。（撰写：汪继强　审订：宋海德）

beipinqi

**倍频器** frequency multiplier 使输出信号频率等于输入信号频率整数倍的电子电路或装置。输入频率为$f_i$时，输出频率$f_o = n f_i$，系数$n$为任意正整数，称倍频次数。利用非线性电路产生高次谐波或者利用频率控制电路都可以构成倍频器。倍频器用途广泛，如发射机采用倍频器后，可使主振




倍频器框图

器振荡在较低频率，以提高频率稳定度；在相位键控通信机上，它是载波恢复电路的一个重要组成单元。倍频器一般由非线性元件和滤波器两个基本部分组成，如图所示。

（撰写：王 雁　审订：蒋 怡）

beiwu yinji

**钡钨阴极** barium-tungsten dispenser cathode 以多孔钨基体和钡盐活性物质为组成特征的热电子发射体。热态工作时，使阴极发射面保持活性状态的单原子吸附层成分(Ba+BaO)，由体内钨与活性物质之间的化学反应自动补充。著名的L阴极、铝酸盐阴极、M型阴极和钪酸盐阴极等都属此类。与氧化物阴极相比，其机械强度高、连续波工作电流密度大、耐离子轰击、抗中毒、寿命长并可回收利用。发射效率、活性物质蒸发速率和面逸出功分布均匀性亦日益完善。20世纪60年代以来，广泛用作微波管电子源。在阴极射线管领域也显示了诱人的应用前景。

（撰写：陈隆华　审订：廖复疆）

beidong gongji

**被动攻击** passive attack 属故意攻击中的一类，这种对信息系统的被动攻击不会对信息系统本身造成破坏，不影响信息系统的正常运行，信息系统中信息的完整性亦不会遭受破坏，但攻击者通过被动攻击可以获取信息系统中的许多信息。典型的被动攻击如窃听、密码分析破译、信息流量和流向分析等。（撰写：穆良知　审订：黄月江）

bijiben jisuanji

**笔记本计算机** notebook computer 外形和笔记本相似的一类移动式计算机。如图所示笔记本计算机的硬件由中央处理器、存储器、软磁盘驱动器、硬磁盘驱动器、光盘驱动器、平板显示器、键盘、鼠标器和跟踪球组成。它与台式计算机在功能上没有什么差别，只是集成度更高、功耗更低、体积更小、重量更轻。为节省电池，笔记本计算机普遍采用智能电源管理技术。中央处理器最初大都采用Intel 80 × 86系列以及Motorola 68000系列微处理器，现在多数采用Intel Pentium 系列微处理器。显示器为平板式液晶显示器，以前为单色显示器，现在多数为有源矩阵彩色显示器，具有图像清晰、色彩鲜明、亮度高、无阴影和视角大等优点，但价格昂贵，而且屏幕分辨率一般为640 × 480，明显低于台式计算机。存储器分主存和外存。主存可用DRAM或SRAM。DRAM集成度高，价格低。而SRAM省电，更适合于笔记本计算机。外存采用软磁盘、光盘和硬磁盘。近年来，作为硬磁盘的替代物，一种性能优越的半导体盘（用Flash EEPROM作为存储器介质）已开始进入笔记本计算机市场。笔记本计算机设有PCMCIA接口，能够灵活地插入标准的PCMCIA设备卡，如各种存储卡、传真及调制解调器卡、网络适配器卡、语音卡、手写体识别卡、数据加密卡和全球定位系统接收卡等，大大地拓展了笔记本计算机的应用范围。另外，为方便用户作演示，内置了VGA视频端口。



笔记本计算机

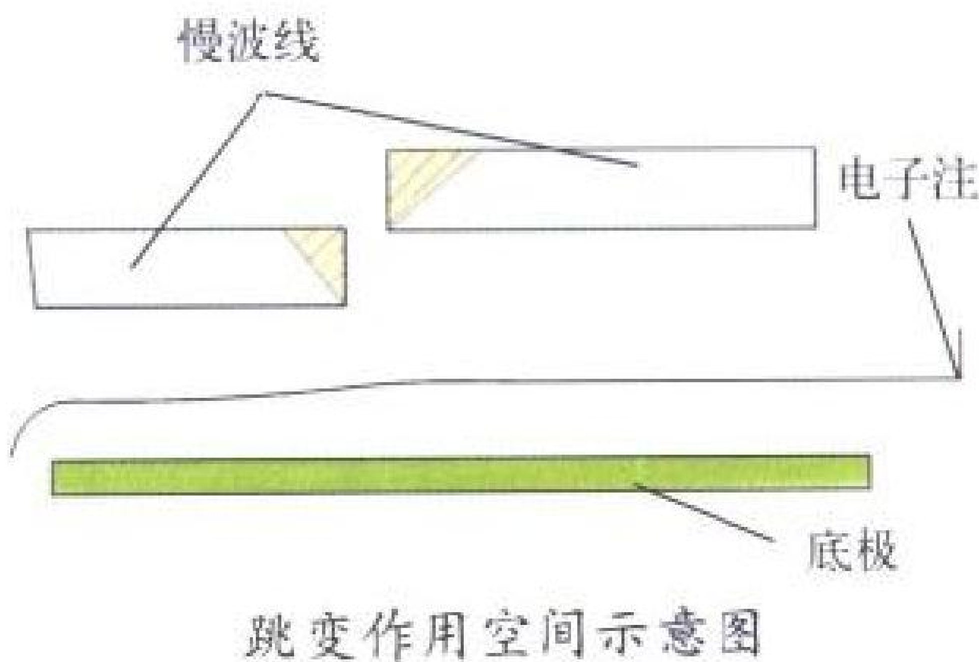
（撰写：张学孝　审订：张金荣）

bidaimaguan

**毕代玛管** bidematron 英文 Bidematron 的译音，是 Bimatron 和 Dematron 两种管子字头复合生成的新词，是将毕玛管和代玛管做成一体的复合管。毕玛管噪声低、频带宽、增益高，但效率低，要做到大功率时电压高，失去了正交场器件低电压的优点；代玛管增益低，但导流系数比毕玛管或线性电子注器件大 1~2 倍，可获得大功率、高效率，如果引入某些激发二次发射过程的方法，将进一步具有冷阴极 B 类工作的优点，所以把这两种器件组合在一个真空管里，将会得到一个具有高增益、宽频带、高效率等性能的超高功率放大管，并可以进行 B 类工作。对高功率分布发射部分来说，注入电子注的作用，就像二次发射触发器一样，可以大大减小初始跳动。 （撰写：何天水 审订：廖复疆）

bimaguan

**毕玛管** beam injection magnetron amplifier (Bimatron) 英文 Bimatron 的译音，中文意思是电子注注入式磁控管放大器。毕玛管电子注和高频线路皆不重入，一般做成线形结构。注入式的优点是噪声低、频带宽、增益高；缺点是效率低。为了兼顾增益和效率两方面，采用跳变作用空间，如图所示。第一段，电子注贴近慢波线表面，以获得高增益；第二段，电子注贴近底极，以获得高效率。大部分毕玛管工作于连续波状态，主要用于电子对抗和连续波测速雷达。

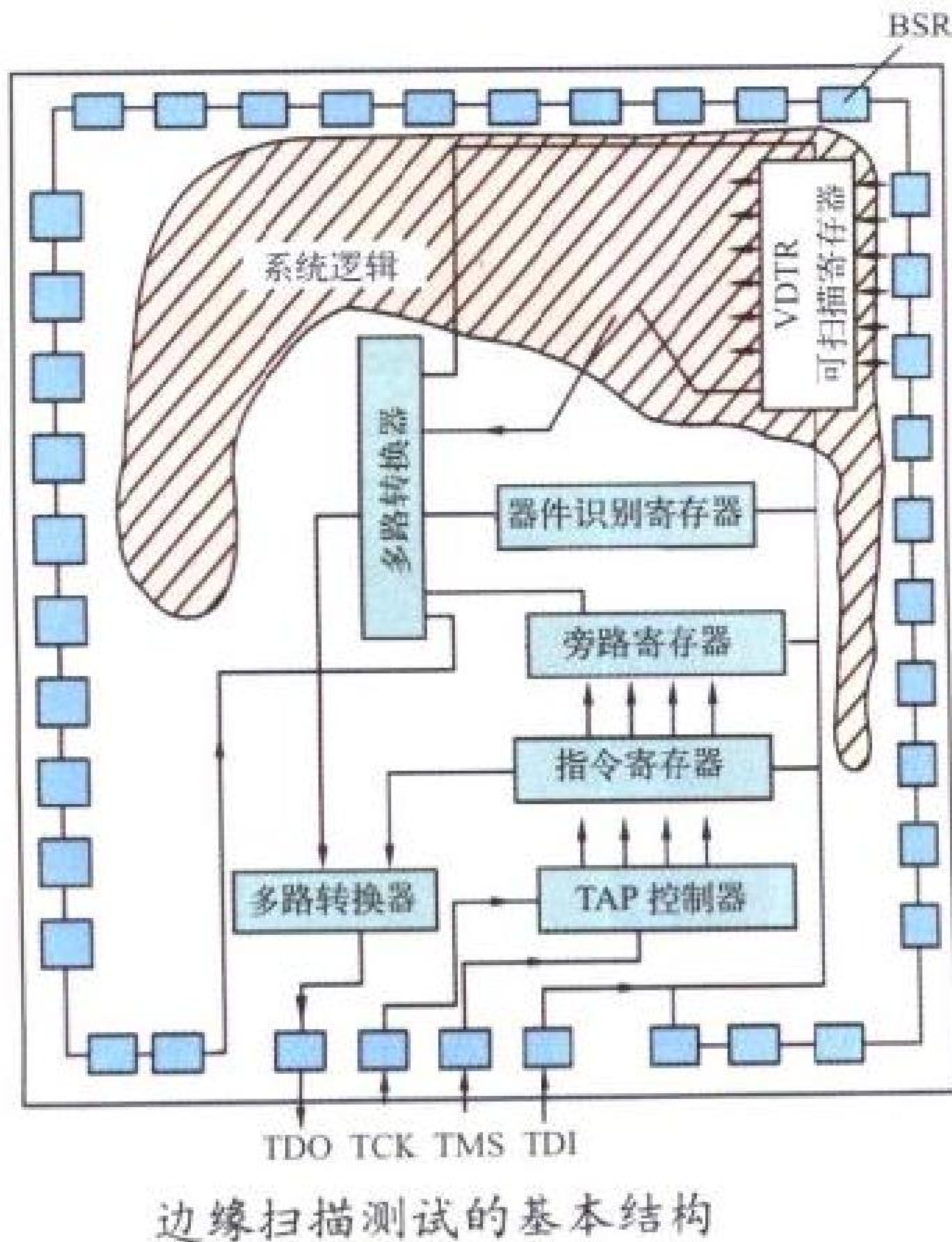



跳变作用空间示意图

（撰写：何天水 审订：廖复疆）

bianyuan saomiao ceshi

**边缘扫描测试** boundary scan test 内测试设计的一种，也是目前使用最为普遍的结构可测性设计方法。1990 年 2 月，




边缘扫描测试的基本结构

美国电气与电子工程师协会（IEEE）标准委员会通过了“IEEE 标准测试端口和边缘扫描测试体系规范”，并把 IEEE 1149.1—1990 标准作为可测性设计的工业标准。边缘扫描可测性设计是一个四总线结构：测试数据输入端(TDI)、测试数据输出端(TDO)、测试方式选择输入端(TMS)和测试时钟输入端(TCK)。内部由边缘扫描寄存器(BSR)、测试用数据移位寄存器(UDTR)、指令寄存器、TPA 控制器、器件识别寄存器、旁路寄存器和多路转换器构成。边缘扫描测试的特点：互通性强、降低了对测试系统的要求、测试能力强、缩短产品的设计周期等。边缘扫描测试的基本结构如图所示。 （撰写：陈光禚 审订：顾亚平）

bianmaqi

**编码器** encoder 一种完成编码工作的逻辑集成电路。它有许多输入端，在输入数码的激励下，编码器的输出端便产生一个 N 位数的编码。编码器能将二进制数或十进制数按一定的规律编成不同的代码，已广泛用于键盘电路。编码器有两大类：“10 线–4 线优先编码器”和“8 线–3 线优先编码器”。前者将十进制数转换成四位(8421) BCD 码，后者将 0~7 八位数转换成三位(421)二进制(八进制)码。

（撰写：景佩苏 审订：金毓铨）

bianma tiaozhi

**编码调制** coded modulation 又称网格编码调制(TCM)。它是将编码和调制过程有机结合，在不增加信号传输带宽的情况下获得显著的编码增益。在通常数字传输系统中，信道编码与调制是各自独立设计和实现的，译码和解调也是如此。TCM 把有冗余度的多进制调制和有限状态编码作为一个统一的整体综合设计，即利用信号符号集的扩展提供编码的冗余度，设计编码符号和调制信号的映射关系，使编码信号间的最小欧氏距离最大。在接收机处，用软件判决最大似然序列译码器的译码。在信号传输带宽不增加、信息传输速率不变的情况下，TCM 比未采用编码调制的系统，可有 3~6 dB 的编码增益。TCM 自 1982 年问世以来，理论研究和实际应用都已取得很大进展，除调制与卷积码相结合外，还出现了调制与分组码相结合的(BCM)和多维 TCM，使编码调制的编码增益进一步提高。（撰写：李仲令 审订：李振邦）

bianyi chengxu

**编译程序** compiler 将高级语言编写的程序(称为源程序)翻译成等价的机器语言或汇编语言程序(称为目标程序)的处理系统。编译程序的工作包括从输入源程序开始到输出目标程序为止的整个过程，一般来说可以分为 5 个阶段：词法分析、语法分析、中间代码生成、优化和目标代码生成。编译程序支持诸如为变量自动分配内存空间、任意算法表述、类似“FOR”和“WHILE”的循环控制结构、为变量限定作用域、输入输出操作、源代码移植等功能。随着高级语言在形式化、结构化、智能化和可视化等方面的发展，作为实现相应语言功能的编译程序，也随之向自动程序设计和可视化程序设计的方向发展。

（撰写：张晓先 封亮 审订：瞿兆荣）

bianpiliang shengchan

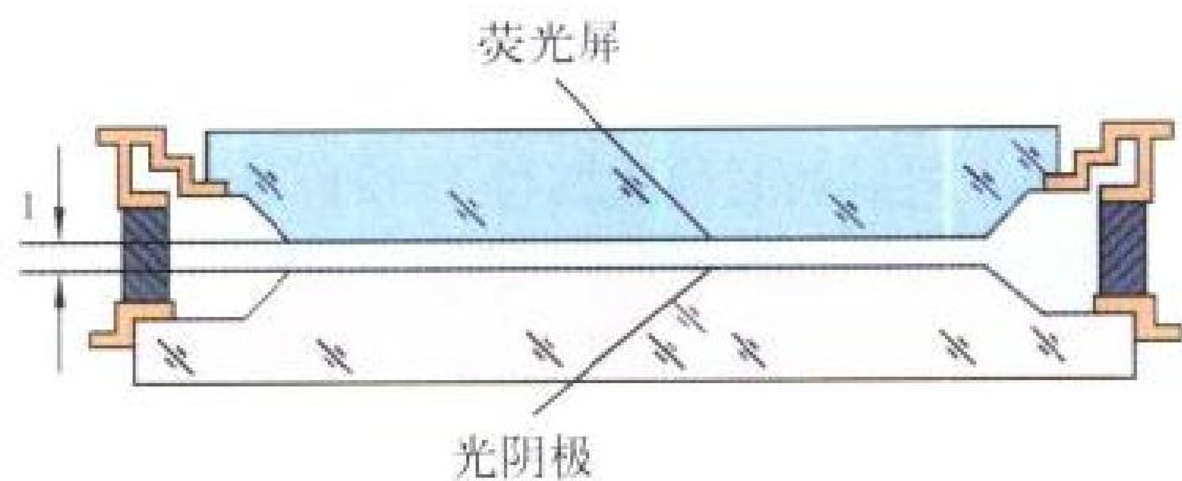
**变批量生产** variable batch production 生产批量根据市场需要随机变化的生产。随着社会的进步，商品生产从单一

化、大众化逐步向个性化、多样化发展，与之相适应，制造业的生产规模沿着小批量、少品种大批量、多品种变批量的方向发展。变批量生产是20世纪80年代以后发展起来的一种具有市场快速响应能力的先进生产模式，它需要柔性制造技术和网络化制造技术的支持。从生产效率上看，由于柔性制造和网络制造更适于多品种、中小批量的生产，所以变批量生产时的批量为中小规模时，效率较高。对于单件生产和单一品种的大批量生产，它的效率不及采用单机和刚性自动生产线的生产效率。

（撰写：毕明路　审订：张为民　周德俭）

bianxiangguan

**变像管**　image converter　将聚焦在其光敏面上的辐射图像再现在荧光屏上的电子器件（见图）。变像管可以用来变换红外光、紫外光、X光以及可见光的图像。红外线潜望镜就是利用红外光敏感的变像管的例子。




近贴聚焦型变像管示意图

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

bianxiangguan he xiangzengqiangguan yu X shexian xiangzengqiangguan

**变像管和像增强管与X射线像增强管**　image converter and intensifier and X-ray image intensifier　一种真空光电显示器件。变像管是将不可见辐射的图像投射到光电发射表面上，然后在荧光屏上产生一个相应的可见光图像的一种真空光电显示器件；像增强管是将图像投射到光电发射表面上，然后在荧光屏上产生一个相应的亮度增强了的光图像的一种真空光电显示器件；X射线像增强管是将X射线投射到与光发射面保持紧密光学接触的输入荧光屏上，然后在输出荧光屏上产生一个相应的亮度增强了的图像的一种真空光电显示器件。变像管和像增强管结构如图1所示。当外来辐射图像

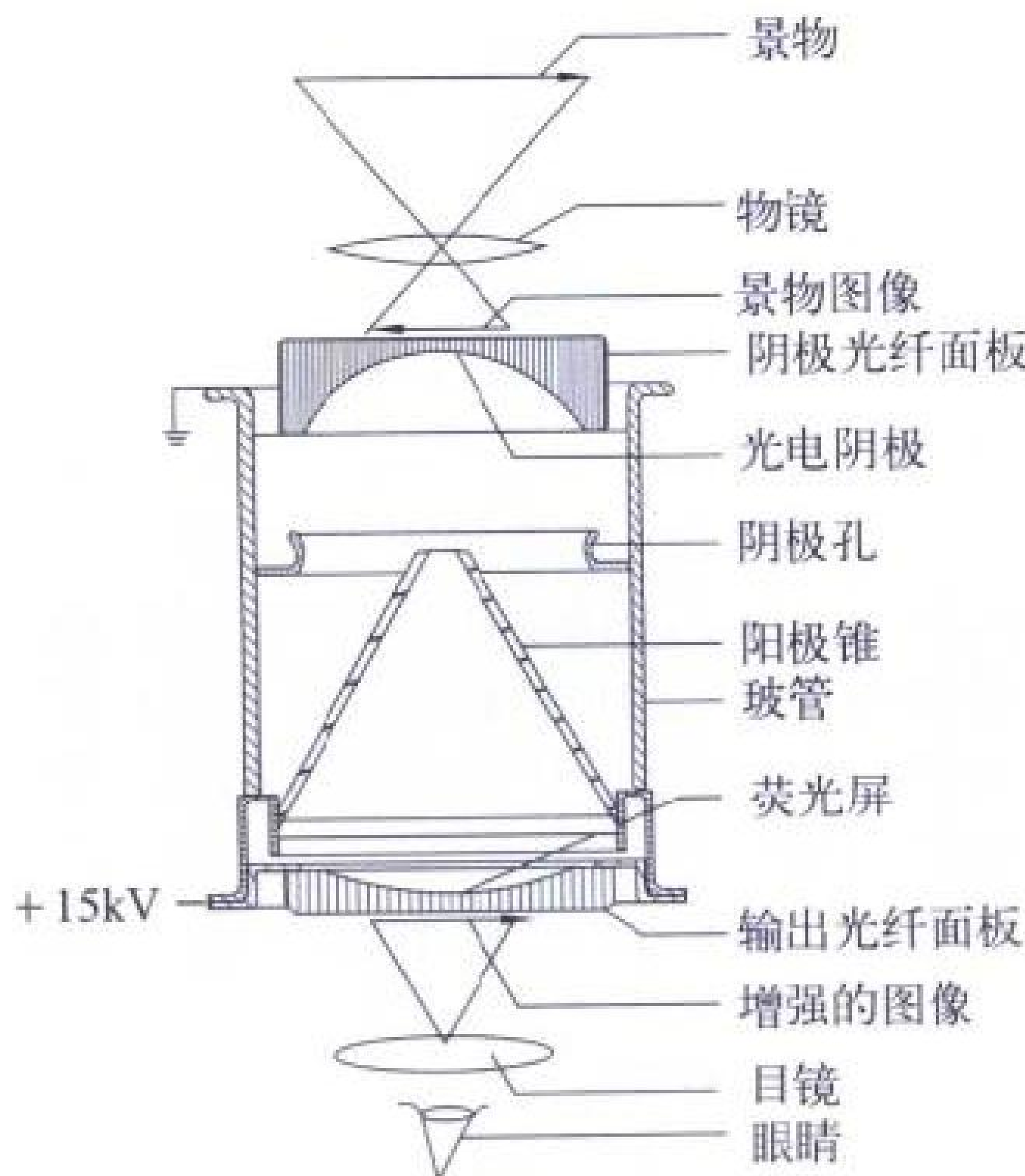



图1 像增强管结构图

成像于光电阴极时，光电阴极发射电子经电子透镜聚焦并在高压加速后，轰击荧光屏使之产生与入射光图像相对应的较亮的可见倒像式图像。如果采用180°扭转的光纤板，把物镜形成的倒立像再颠倒过来，就可得到正立的图像。目前像增强管已发展到第三代，亮度提高了2～3个数量级。X射线像增强管在光电阴极基底上首先制作CsI（Na）X射线转换荧光屏，在该屏上将不可见的X射线图像转换成可见光图像，然后进行亮度增强，制成如图2所示的X射线像增强管。红外变像管用于坦克夜间驾驶仪、夜间红外观察和瞄准

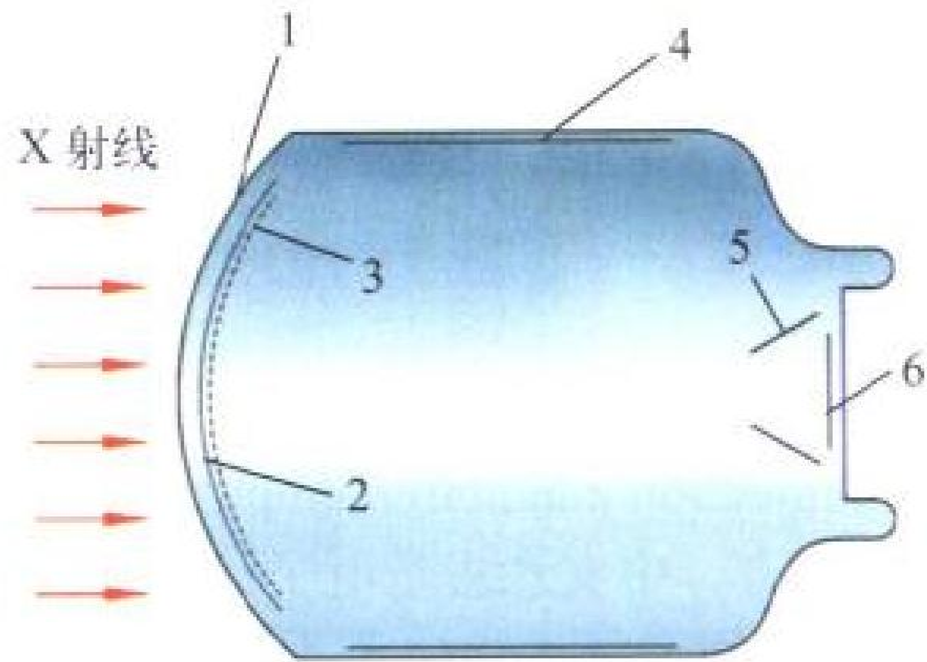



图2 X射线像增强管结构图

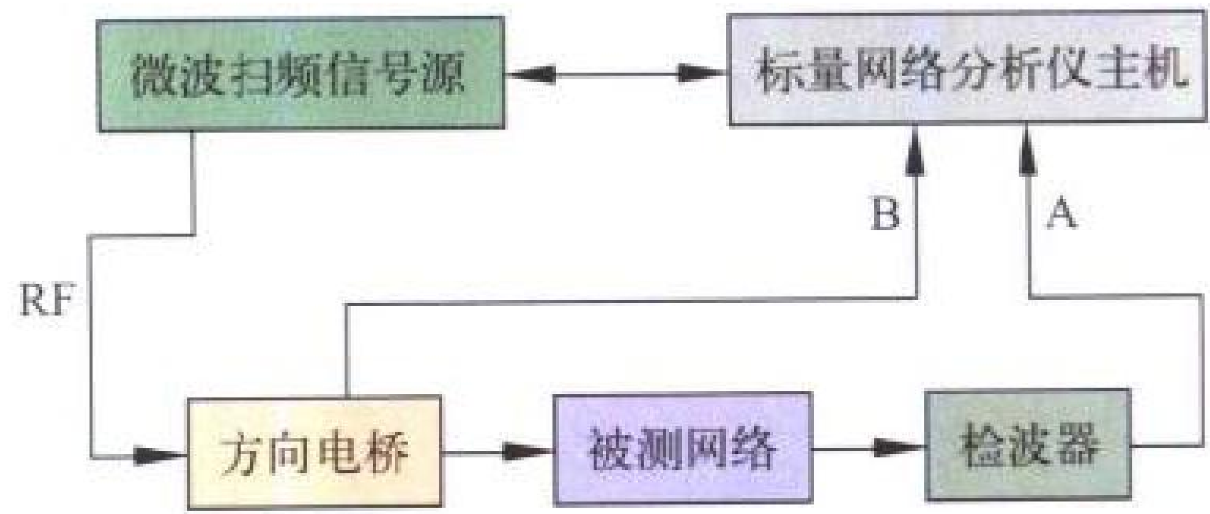
1—输入窗；2—X射线转换屏；3—光电阴极；4—聚焦极；5—阳极；6—输出荧光屏

镜，它必须自身备有红外发射光源，故称主动夜视仪。由于红外光源易被敌方发现，因此，使用范围受限。一、二、三代像增强管制成的微光夜视仪可用于陆、海军夜间观察和枪、炮的夜间瞄准，由于不需发射红外光源，故又称被动夜视仪。X射线像增强管制成的X射线电视系统用于医疗诊断、公安检查、材料探伤等，小尺寸便携式X射线观察系统可用于野战医院对受伤军人进行弹片定位。

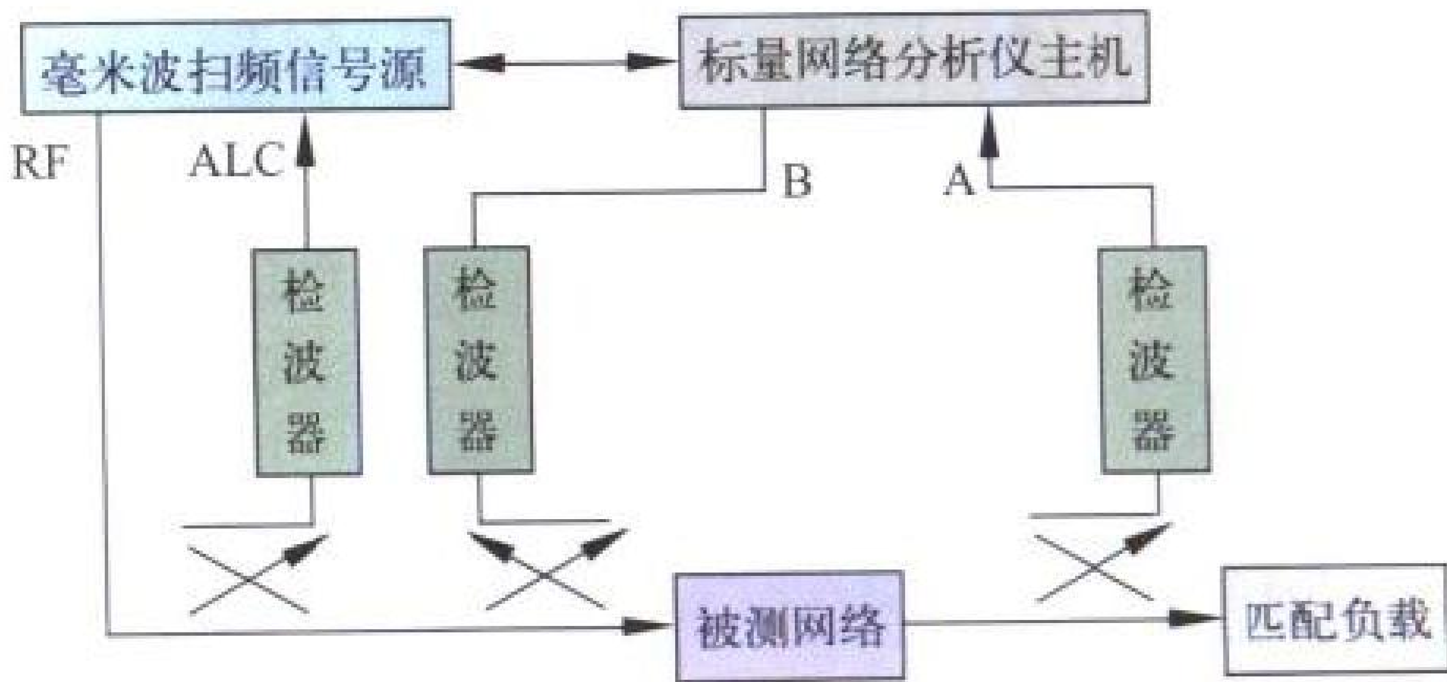
（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

biaoliang wangluo fenxiyi

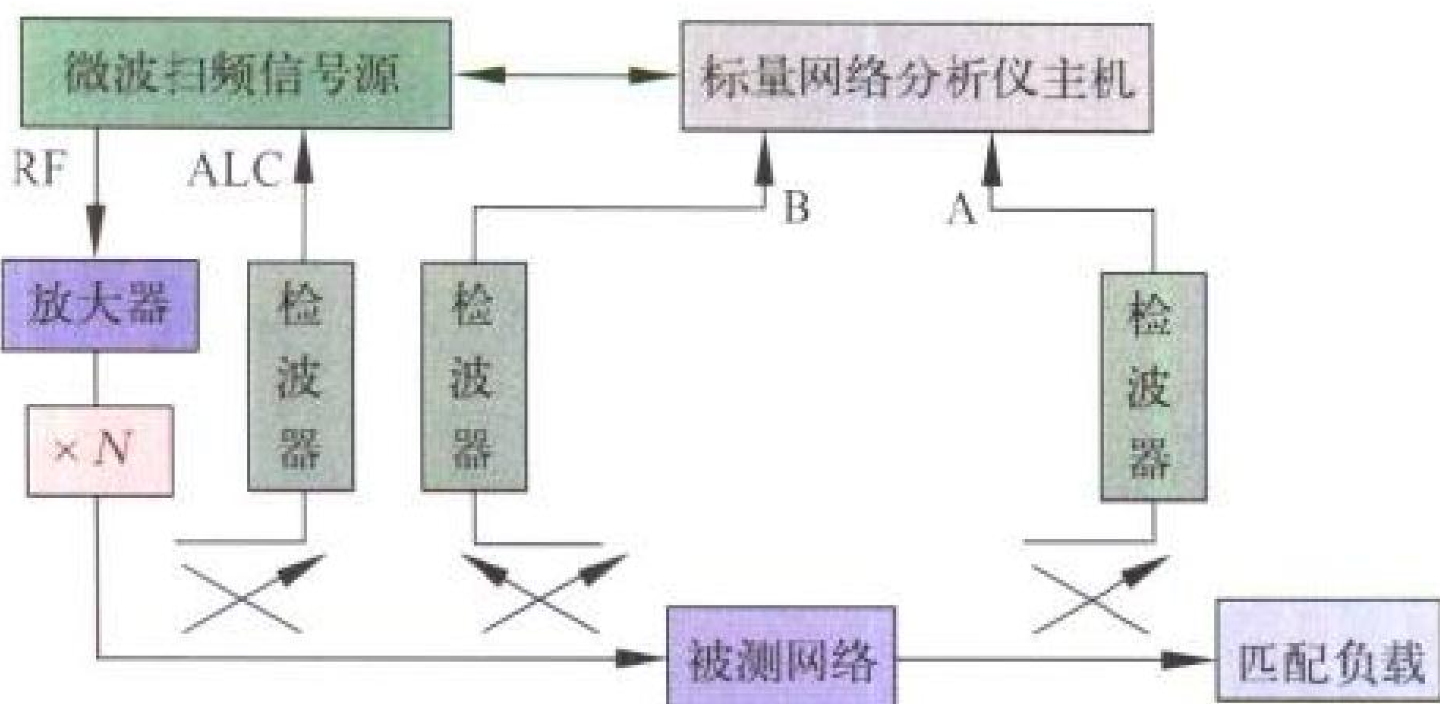
**标量网络分析仪**　scalar network analyzer　网络分析仪是完成一种特定的激励信号作用于被测网络并接收和处理网络的响应信号，计算或量化特定的网络模型基本参数的一种仪器。标量网络分析仪一般由微波扫频信号源和网络参数分析




(a) 微波同轴标量网络分析仪系统




(b) 毫米波波导标量网络分析仪系统组成方案A




(c) 毫米波波导标量网络分析仪系统组成方案B

微波标量网络分析仪系统组成框图

仪组成，若微波扫频信号源与参数分析仪在同一个机箱内，称为一体化标量网络分析仪，否则称为分体式标量网络分析仪。标量网络分析仪的激励信号源为扫频信号源，信号检测方式为二极管检波方式，信号分离器为标量惠斯通电桥或高方向性的定向耦合器，只能测量网络的幅频特性，主要用于大批量生产的测量和实验室科学研究等场合。微波标量网络分析仪的系统组成如图所示。

（撰写：李为民　审订：陈光禂）

biaozhun danyuan luoji dianlu

**标准单元逻辑电路** standard cell logic circuit　用标准单元设计制造的专用逻辑集成电路。标准单元是由IC厂商精心设计的、规范化的、标准的单元。每种单元都分别具有某种完整的功能。用户设计时可以直接调用标准单元库中的各种标准单元，排列成如图1所示的等高不等宽的布局，中间留出布线通道。当集成度增大时可以使用集成度更大、功能更强的宏单元，构成如图2所示的布局。标准单元电路在设计时可以自由选择单元，有很大的设计灵活性，因此集成度高、芯片面积小，适于大规模集成电路应用。

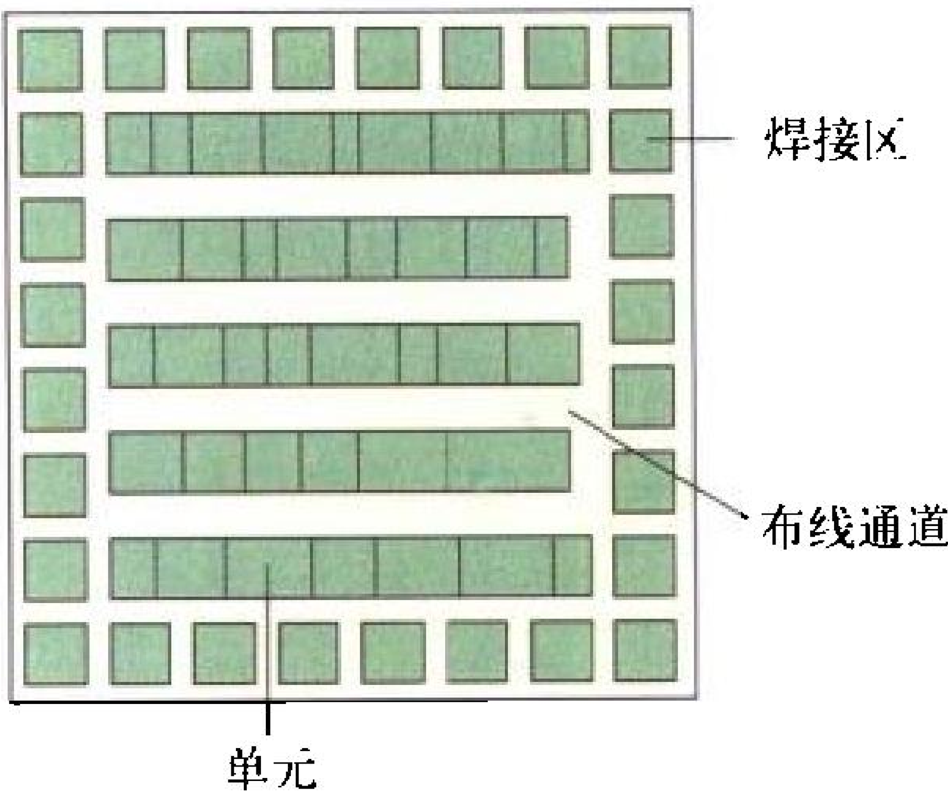



图1 标准单元示意图

与门阵列相比，标准单元的设计较为灵活，内部可以包含数字逻辑、RAM、ROM以及模拟电路等，可以追求高集成密度。由于单元库内设置模拟电路，可以设计制造专用模拟数字混合电路。主要用CMOS和BiCMOS工艺。目前使用ICCAD工具已能完成自动化的布局设计，所制成的ASIC已达200万门的规模。

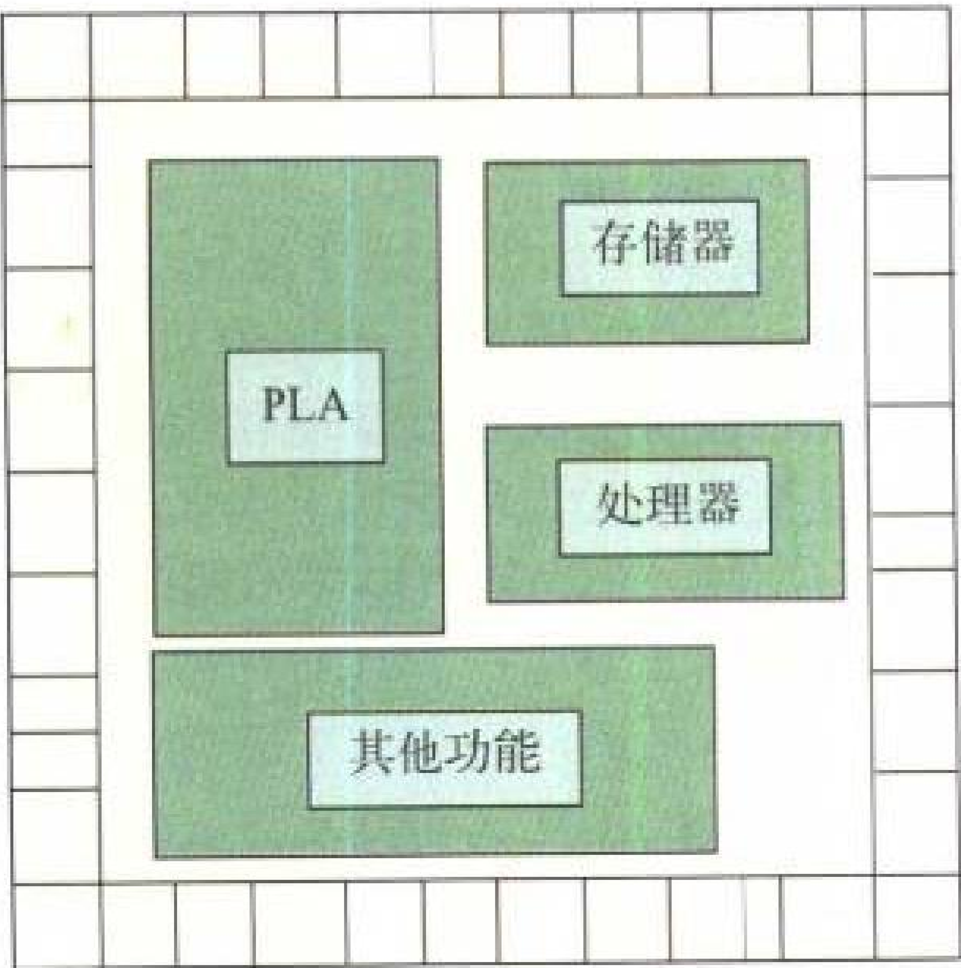



图2 宏单元示意图

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

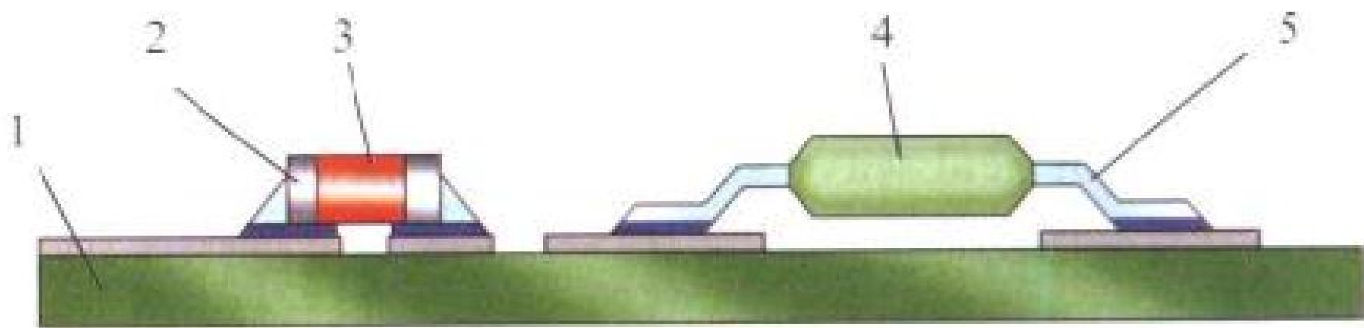
biaozhun dingwei fuwu

**标准定位服务** standard positioning service (SPS)　GPS以规定的定位和授时精度，向全球用户免费开放的一种服务。1995年的GPS标准定位服务信号规范规定的SPS预测精度为：位置的水平精度100 m (2 drms)，垂向精度156 m ($2\sigma$)，相对于UTC的时间精度为340 ns ($2\sigma$)。标准定位服务(SPS)的精度指标低于精密定位服务(PPS)的主要原因有：⑴美国出于自身安全利益的考虑，采用选择可用性(SA)措施，故意降低了SPS的精度；⑵由于SPS只使用调制在单一载频L1上的C/A码信号，无法像PPS服务那样同时利用L1、L2两个载频以消除电离层延时，而只能用模型消除大约50%的电离层延时。2000年5月1日，美国宣布提前取消SA措施，GPS标准定位服务的水平精度已提高至25m (2 drms) 左右。新的GPS标准定位服务信号规范正在制定当中。

（撰写：丁群　审订：邱致和）

biaomian zuzhuang jishu

**表面组装技术** surface mounting technology (SMT)　又称表面贴装或表面安装技术。将无引脚或短引线表面组装元器件(常称片状元器件)安放在印制线路板的表面或其他基板的表面上，通过浸焊或再流焊等方法加以焊接组装的电路装连技术。若采用浸焊，先在印制板上点涂上或丝网印刷上环氧树脂粘合剂，将片状元器件定位粘接在印制板上，通过加热或紫外线照射固化，然后在焊料熔槽内浸焊。若采用再流焊则在印制板上点涂上或丝网印刷上焊料膏，然后通过再流焊焊接台熔化焊料进行焊接。表面组装与通孔插装不同，它的元器件贴装面和焊接表面在基板或印制板的同一面上，印制板无须钻插装孔。表面组装技术包括表面组装元器件、电路基板、组装设计、组装工艺、组装材料、组装设备等多种技术，是一项涉及微电子、精密机械、自动控制、焊接、精细化工、材料、检测等多种专业和多门学科的系统工程。表面组装方式有单面组装和双面组装，与之相应有不同的工艺流程。单面贴装的典型工艺为：丝网印刷机涂布焊膏—自动贴片机贴装—再流焊—清洗—测试。表面组装设备主要有丝网印刷机、点胶机、贴片机、再流焊炉、波峰焊炉、清洗设备、测试设备以及返修设备等。一般以丝网印刷、贴片、再流焊等主要设备组成SMT生产线进行自动表面组装，具有快速高效的特点。为此，表面组装技术较适用于批量生产。采用表面组装技术完成装连的印制板组件称为表面组装组件(SMA)。




表面组装技术示意图

1—电路基板；2—金属化端；3—元件；4—器件；5—短引线

（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

bingxing chengxu sheji

**并行程序设计** parallel programming　一种适应于并行处理计算机的程序设计方法。并行处理计算机系统有两种类型：单指令多数据流(SIMD)和多指令多数据流(MIMD)，对应的并行程序设计也有两种类型。第一类并行处理系统，即SIMD，其主要思想是把可并行处理的操作数用向量表示，通过计算机提供的向量运算达到并行计算的目的；第二

类并行处理系统，即MIMD，其并行程序设计可分为批处理并行和单作业并行。前者指的是一批作业在各个处理机上被并行地处理，其中每个作业可能是被串行处理；后者指的是一个作业分成几个独立的部分，并分布在各个处理机上被并行地处理，这就是通常所指的并行程序设计。并行程序设计中的关键问题是如何将一个作业分解成可并行处理的部分来并行地处理。一般有两种方法：(1) 人工分解，用户用显式并行程序设计语言来书写程序，写出的程序明确地被分解为可并行执行的部分；(2) 自动分解，由编译程序在编译时分解。在作业分解时要控制粒度，取得并行效率和通信开销的折衷。用以进行并行程序设计的程序设计语言称为并行程序设计语言，它相应地可分为显式并行语言和具有并行编译功能的串行语言。（撰写：张晓先　审订：瞿兆荣）

bingxing shujuku

**并行数据库** parallel database　建立在并行体系结构上的、以并行计算机为硬件环境、通过发挥多个处理器和I/O的并行性来实现数据操作并行化的数据库系统。并行数据库是数据库技术和并行处理技术相结合的产物，它的主要运行特征是占有大量的计算资源、高带宽的数据存取和大规模的I/O并发操作。并行数据库的出现可追溯到20世纪70年代末兴起的数据库机器研究。超大规模集成电路技术、高速通信网络技术和操作系统技术的进步以及大规模并行计算机系统的问世，推动了对并行数据库的研究。由于无共享资源结构具有系统干扰少、通信开销小、可扩展性强、对复杂查询和联机事务处理可达到线性加速比等特征，被认同是优于共享主存储器结构和共享磁盘结构的支持并行数据库系统的最佳并行计算机构。当前对并行数据库的研究基本上围绕关系数据库进行。关系模型对面向集合的非过程性数据操作的支持，关系查询所内含的数据操作并行性，都为关系数据库的并行化提供了有利条件。并行数据库的研究重点是：并行数据库的物理组织，并行数据操作算法的设计、分析和实现，并行数据库查询（特别是对具有多个联结的复杂查询）的优化处理。并行数据库的软件环境主要包括：并行操作系统、并行程序设计语言、并行数据库管理系统、并行信息处理系统。（撰写：余性厚　张亚红　审订：瞿兆荣）

bochang celiang

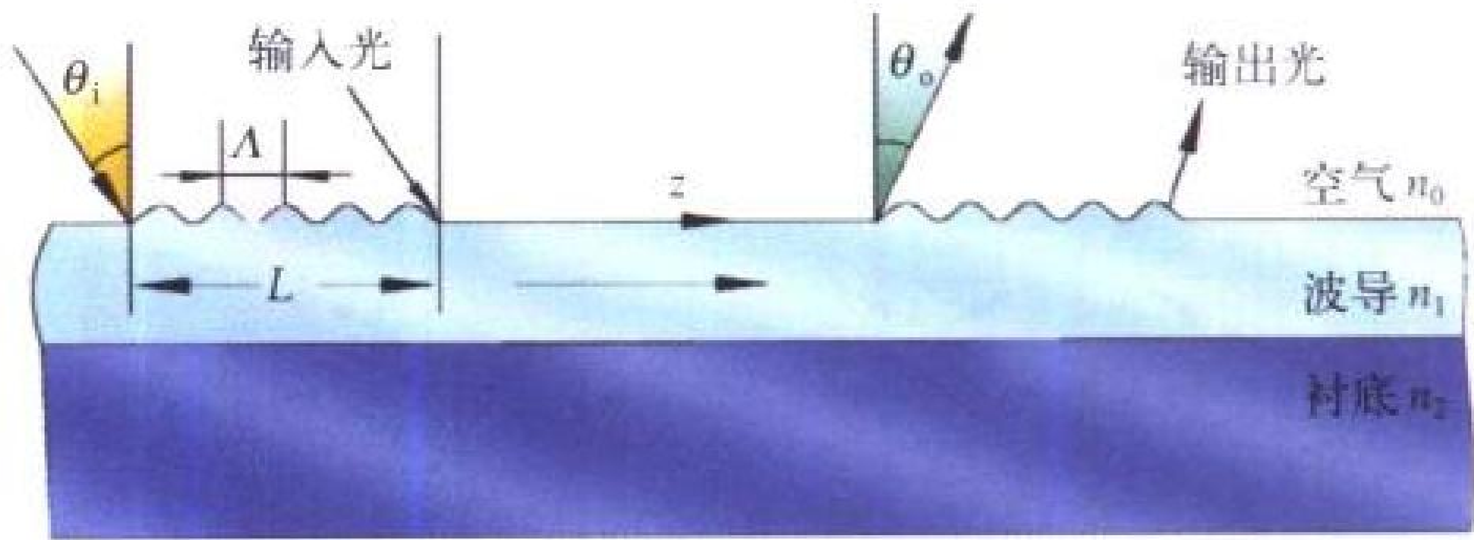
**波长测量** optical wavelength measurement　测量光波波长。测量波长的方法有根据光栅方程的光栅衍射法和快速傅里叶变换法。根据光栅方程

$$d(\sin\alpha \pm \sin\beta) = m\lambda$$

式中 $d$ 为光栅常数；$\alpha$ 为光入射角；$\beta$ 为反射角；$m$ 为衍射次数；$\lambda$ 为光波波长。快速傅里叶变换可以直接获得信号频谱从而获得波长测量。光栅衍射法测量波长准确度一般可达到±1 nm；而快速傅里叶变换法则可以达到±0.01 nm。（撰写：李为民　审订：陈光禔）

bodao guangshan

**波导光栅** waveguide grating　利用光波导表面几何形状的周期性变化，或者是波导表面层内折射率的周期性变化，或者是两者的结合制成的光栅。波导表层的这种微扰可以是均匀的，也可以是非均匀的。它是性能优良的半导体DBR（分布布喇格反射）、DFB（分布反馈）激光器的重要组成部分，用它还可实现光的输入输出耦合、偏转、模式转换、波分复用、滤波等功能，在光纤通信、光信息处理等领域已有许多重要应用。一个典型例子如图所示。其中 $\Lambda$ 是光栅常数，$L$




波导光栅耦合器

为光栅长度，$\theta_i$ 为入射角，$\theta_o$ 为出射角，$z$ 为光波传播方向。（撰写：刘永智　修订：吴永生　审订：梅遂生）

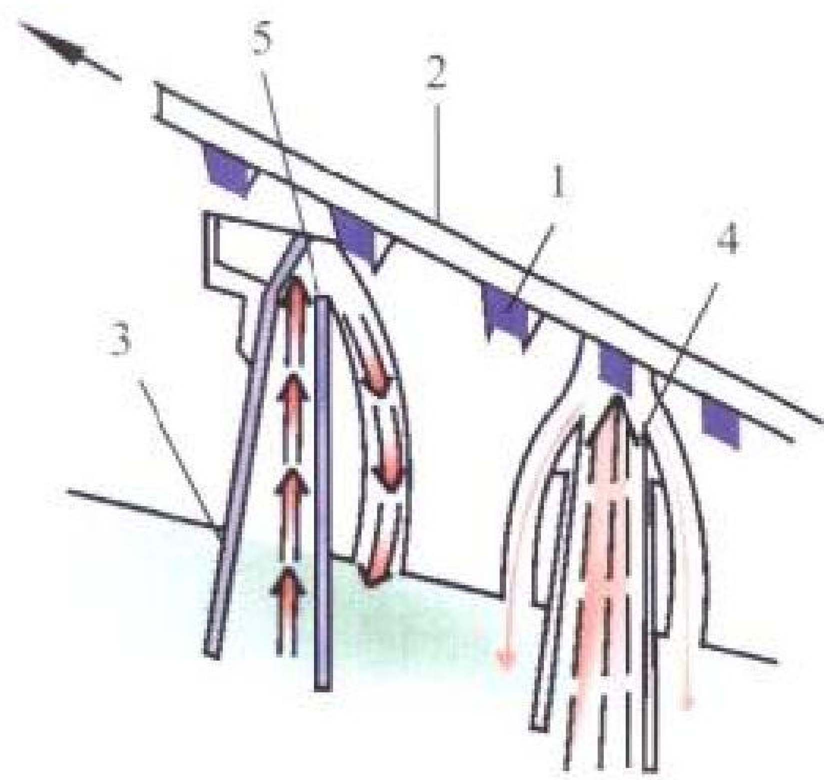
bodao jiagong gongyi

**波导加工工艺** waveguide fabrication technology　波导通常指断面为矩形或圆形的金属导管，当导管的截面尺寸与波长相近时，微波能以很小的损耗在导管内传送。因此在微波波段较高的频率多用波导来代替同轴线。一般标准波导管是由专业加工厂根据传输不同微波段频率加工而成不同的矩形截面或圆柱形金属导管。频率越高，波导管截面口径越小，要求尺寸公差精度越高，表面粗糙度越好。以雷达装备中使用的波导为例，连接天线、馈源、接收机和发射机之间的电磁波通道称为连接波导。其加工工艺如下：(1) 一般连接波导加工技术是根据雷达装备的结构需要，采用标准波导改造弯曲（E面弯曲和H面弯曲）成一定角度，或扭转成一定角度，在波导两端焊上法兰，使法兰端面与波导轴线达到垂直要求。(2) 特殊连接波导加工技术有以下几种：① 软波导连接。用很薄的镀银铜带，通过专用设备类似搭扣式绕制成各种规格的标准软波导。结构类似于日常所用金属软管。② 过渡波导连接。有不同截面尺寸波导间的过渡和不同法兰间过渡，根据具体结构要素，用金属板料经过波导内尺寸展开外形或用钣金技术折弯后焊上不同法兰，它的高度和两端波导口径尺寸必须符合设计要求。③电铸波导技术。它是一种精密的连接波导制造技术。预先加工与波导内腔形状一致的芯坯，芯坯材料一般使用铝材，也可使用不锈钢或有机玻璃经过表面抛光并金属化后放入电镀槽内进行电铸，其过程与电镀原理相同。电铸后将芯坯腐蚀或取出，然后经过必要的机械加工成形。(3) 毫米波波导加工技术。由于毫米波技术的发展，常规加工工艺方法已不能满足要求，要达到毫米波波导精度和粗糙度，目前有下列方法：① 数控机床加工，用于手控机床不能加工的、形状复杂且重复定位精度高的工件。② 光刻法加工，用于波导之间薄壁内开一些耦合槽或耦合小孔。③ 慢走丝线切割机床加工，用于加工波导通槽，保证波导截面尺寸精度和表面粗糙度有较好的效果。④ 电火花机床加工，用于加工毫米波波导器件不通小深孔或异形耦合窄缝，但表面粗糙度不够理想。⑤ 挤压成形工艺，它是一种能够重复生产，具有高精度及良好的粗糙度的加工波导内壁的有效方法，但首先要制造高精度、粗糙度良好并且具有高硬度的冲头，将冲头压入铜坯料进行挤压成形，但冲头制造很困难。（撰写：乐唯成　审订：张桐诚）

bofenghan

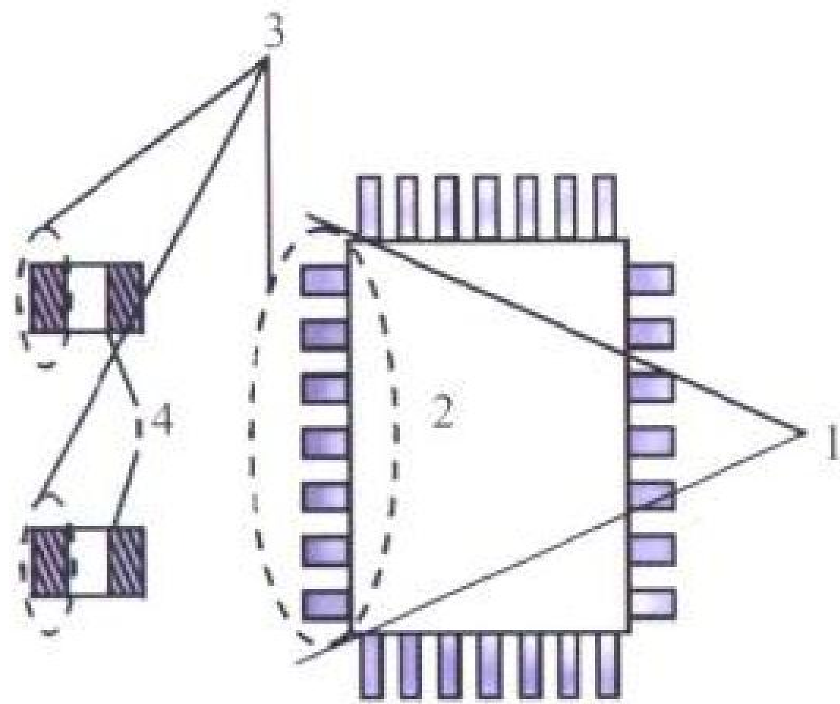
**波峰焊** wave soldering　在机械传送机构的带动下，使已

装好待焊接元器件的印制电路板的焊接表面通过熔化的焊锡波峰，完成全部待焊焊点焊接的一种钎焊方法。焊锡波峰由电动泵或电磁泵喷流而成，电路板焊接面通过波峰时，焊料可以润湿穿过通孔的元器件引脚突出的部分，并能吸入经过电镀的孔里；表面贴装元器件的焊接是将元器件预先胶粘在电路板焊接面，直接浸入并通过焊料的波峰时，焊料润湿金属引脚和焊盘焊接表面并自动吸附在两者之间。整个波峰焊包括焊剂涂布操作、电路板预热和波峰焊接三道工序，通常由一台设备完成。波峰焊主要应用于通孔插装组件和通孔/表面组装混合组装组件的焊接。波峰焊有单波峰焊和双波峰焊之分。当表面元器件与印制板间隔很小、引脚为扁平形等场合时，由于引脚对焊料的遮蔽作用，沿元器件体末端产生的焊料尾流会形成“焊料遮蔽”效应，影响焊接质量，这时可用双波峰焊。双波峰焊的第一个波峰是由窄喷嘴喷流出的“湍流”波峰，流速快，对组件有较高的垂直压力，由此可消除“焊料遮蔽”等焊接缺陷。




(a) 双波峰焊接原理

1—片式元件；2—印制板；3—焊料槽；4—第一个波峰(湍流波)；5—第二个波峰




(b) 波峰焊接时的“焊料遮蔽”效应

1—熔融焊料流；2—QFP；3—缺少焊料区；4—片式元件

波峰焊原理图

(撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞)

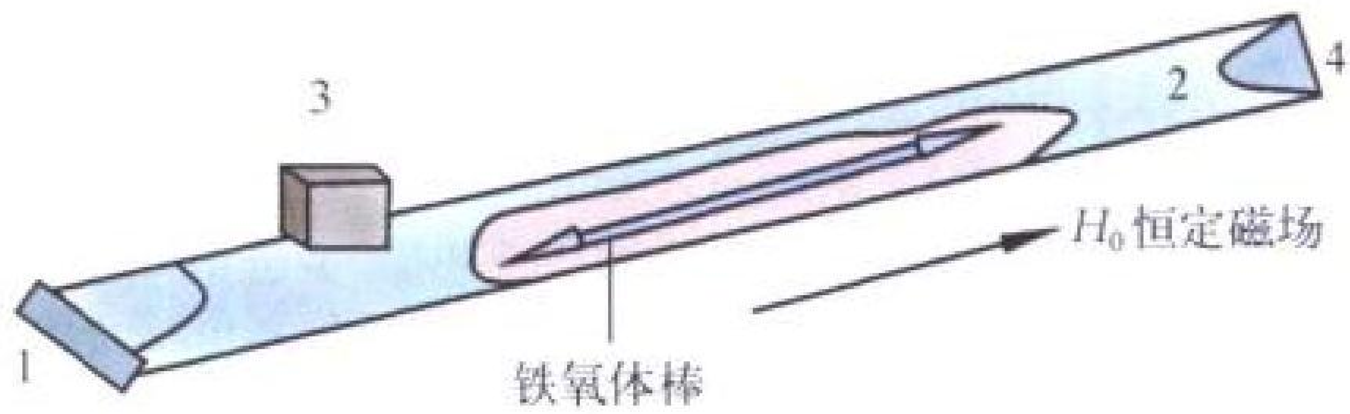
bo xuanzhuanshi geliqi

**(波)旋转式隔离器**　(microwave) rotation isolator　至少含有一个非互易极化旋转器的微波隔离器，是利用极化(偏振)面旋转效应(法拉第旋转效应)的隔离器。一般工作在5～36 GHz，广泛应用于雷达、微波通信、卫星通信、导航、电子对抗及微波测量系统。

(撰写：李克文　万飞　审订：刘剑)

bo xuanzhuanshi huanxingqi

**(波)旋转式环行器**　(microwave) rotation circulator　利用法拉第旋转效应，在$TE_{11}$模激励的圆波导中心放置一根轴向磁化的铁氧体圆棒，则$TE_{11}$波的偏振面就会沿铁氧体旋转，其旋转角度随外面纵向磁场的增大而增加。如图所示，将一个45°法拉第旋转器配合适当的波导安排：1与4臂，2与3臂在几何结构上均差45°；2与4臂，1与3臂各互相垂直，这样，就构成一个法拉第旋转式环行器。1与3臂，2与4臂本身是隔离的。1臂输入信号的偏振面经45°旋转后正好与2臂波导宽边垂直，信号就耦合到2臂输出。依此类推，就完成了1→2→3→4→1的环行。它是利用极化(偏振)面旋转效应(法拉第效应)制成的环行器，又称法拉第旋转式环行器。其优点是优值高、所用的外加磁场低，是一种低场器件。它是早期应用的一种波导铁氧体微波器件，近年来逐渐被结环行器所取代，目前尚应用在毫米波段。




极化面旋转式环行器

(撰写：李克文　万飞　审订：刘剑)

bogui tanceqi

**铂硅探测器**　PtSi detector　利用PtSi肖特基势垒内光电发射效应制成的中波红外光伏探测器。它采用成熟的硅工艺制作，成品率高、价格低，但量子效率不到1%，需制冷到77 K以下(含)。该器件最适合制作均匀性良好的大型单片式焦平面阵列(如1024×1024元阵列)，也可制成混合式焦平面阵列。主要用于对性能要求不太高的军用红外整机系统。

(撰写：董培芝　审订：韩建忠)

botiao

**箔条**　chaff　具有一定几何尺寸和频率响应特性，能强烈散射电磁波的金属(或表面涂镀金属薄层的介质)细丝和薄片的总称。箔条的种类很多，常用的有铝箔条、镀铝玻璃纤维、镀锌玻璃纤维、配重箔条、空心箔条、V形箔条、圆箔片、旋转箔片等。最常见的箔条是偶极子箔条，其长度约为被干扰雷达波长的一半，直径为十几至几十微米。为了增大干扰带宽，实现对各种频段雷达的干扰，常将不同长度的箔条按一定比例混合包装成宽频带箔条包或箔条干扰弹。使用时，将箔条投放(发射)到空中，依靠气流的作用迅速散开形成箔条云。箔条及箔条云的主要技术指标有：雷达截面积、频率特性、极化特性等。箔条云能对雷达发射的电磁波产生强烈散射，可对雷达产生类似噪声的杂乱回波，对雷达形成压制式干扰；或者产生假的目标信息，形成欺骗式干扰。箔条造价低廉、使用方便、便于大规模生产，能对各种频率、各种极化的雷达进行干扰，对密集复杂的雷达信号环境适应性强。

(撰写：王儒　审订：徐国范)

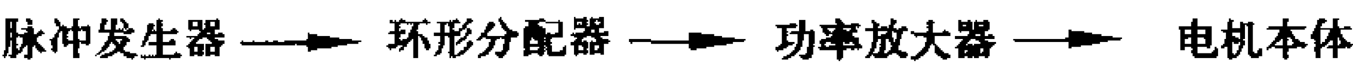
bomo taiyang dianchi

**薄膜太阳电池**　thin film solar cell　以薄膜为基体材料并在其上形成半导体薄膜而制成的太阳电池。作为基体材料的薄膜可以是聚酰亚胺薄膜，也可以是任何一种可以和形成半导体薄膜相匹配的其他材料。在基体材料薄膜上制备半导体薄膜有多种方法，如真空蒸发、磁控溅射、化学气相淀积、分子束外延、液相外延和离子束淀积技术等。薄膜基体材料的厚度一般是数十微米，而在其上形成的半导体薄膜电池厚度一般仅有数微米，因此，轻而薄、面积大是薄膜太阳电池的最大特点。在薄膜太阳电池中，目前较有发展前途的是$CuInSe_2$太阳电池、Poly−Si薄膜太阳电池、CdS/CdTe太阳电池和a−Si太阳电池。

(撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩)

bujin diandongji

**步进电动机** step motor 一种电磁式增量运动执行元件。它将电脉冲输入转换成机械步距角输出，转子的转角与输入电脉冲数成正比，转子的转速与单位时间内脉冲数成正比，转矩是由于磁阻作用产生的，旋转方向则取决于脉冲的顺序。步进电动机的起动、停止或反转均由脉冲信号控制。按照其电磁转矩产生的原理，步进电动机可分为三类：磁阻式步进电动机(反应式)、永磁式步进电动机、感应式永磁步进电动机(混合式)。按照其激磁绕组的多少，步进电动机可分为单相、二相、三相、四相、五相。步进电动机的主要特点：(1)在不失步的情况下，其角位移误差不会长期积累；(2)步进电动机与驱动控制器组成的开环数字控制系统，简单而又可靠。由于其控制简单，在军民领域应用极为广泛、如卫星上的摄像机调焦控制、太阳能帆板驱动控制等。其控制系统框图如图所示。




步进电动机驱动控制系统框图

（撰写：何松波 审订：鲁 华）




C A ma jieshouji

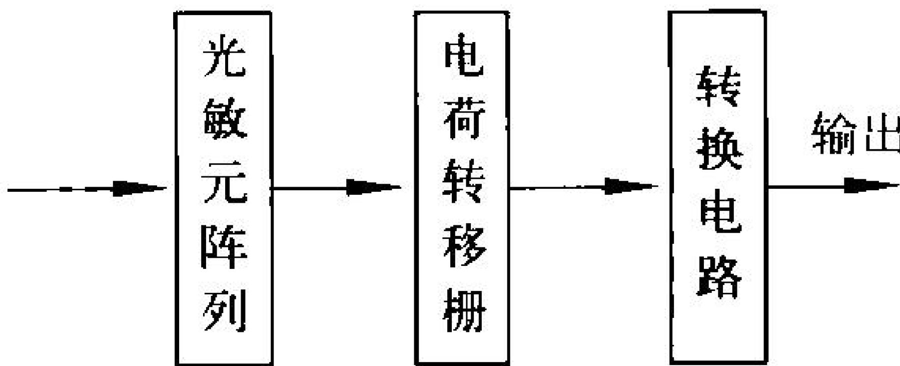
**C/A 码接收机** C/A-code receiver 利用 GPS 卫星发射信号中的 C/A 码进行导航定位的 GPS 接收机。C/A 码是长度为 1023 位的伪随机噪声序列，码速率为 1.023 MHz，重复周期为 1 ms。C/A 码较短的序列长度便于接收机快速捕获卫星信号。每颗 GPS 卫星分配有不同的 C/A 码，这些 C/A码具有最小的互相关性。C/A 码只在 GPS 的 L1 载频上发射，C/A 码信号不加密并对全球用户免费开放。C/A 码接收机只能获得 GPS 的标准定位服务，并且不能利用GPS 的 L2 频率校正电离层传播时延，因此其精度低于 P (Y) 码接收机。由于民用 GPS 接收机只能使用 C/A 码，所以 C/A 码 GPS 接收机又称为民用 GPS 接收机。由于用途和生产厂家不同，C/A 码接收机的种类和型号众多，其应用领域不断扩展，用户数量正迅速增加。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

C $C^{++}$ yuyan

**C/$C^{++}$ 语言** C/$C^{++}$ language C 语言是一种广泛使用的程序设计语言，由 AT&T 公司贝尔实验室的 D. Ritchie 设计，于 1972 年在 PDP-11 机上实现，并立即用于重新编写 Unix 操作系统。C 语言简捷、高效、灵活，可移植性好，兼具汇编语言的强大功能，又比汇编语言具有更良好的可读性和可维护性，尽管设计初衷是用于编写系统软件，但是已经成为当前使用最为广泛的一种通用程序设计语言。$C^{++}$是一种面向对象的语言，由 AT&T 公司贝尔实验室的 B. Stroustrup 在 20 世纪 80 年代设计并实现。$C^{++}$是 C 语言的扩充，并且从 Simula-67 中汲取了类的概念。$C^{++}$中的类在语法上是由成员函数和属性成员组成的结构体。$C^{++}$支持类的封装、多继承、多态。$C^{++}$面向对象的能力，加上 C 语言的普及，使得 $C^{++}$成为面向对象程序设计的主流语言。 （撰写：张晓光 审订：瞿兆荣）

CCD tuxiang chuanganqi

**CCD 图像传感器** charge coupled device image transducer CCD 图像传感器是光敏元件阵列和 CCD 电荷耦合器件集为一体的具有自扫描功能的固态图像传感器。CCD 图像传感器主要由光敏元件阵列、转移栅、CCD 器件组成（见图），它的工作原理是：当光敏元件阵列感受到被测光后将在器件内产生电子—空穴对，通过转移栅把光生载流子注入 CCD 器件，此时 CCD 器件中每个单元内的电荷与光敏阵列中每个元件的敏感光量成正比，然后在时钟脉冲的作用下，电荷在转移器件中按顺序转移，并在输出端串行输出，经微处理器处理后达到对光图像检测的目的。此种传感器可与光学系统、微处理器结合组成各种检测装置。主要用于军事上的夜视仪器、航空航天的遥感遥测和工业上的红外摄像、医学上的疾病诊断等。




CCD 图像传感器原理图

（撰写：范茂军 审订：胡爱民）

$C^2$ xitong

**$C^2$ 系统** command and control system 为支持指挥员执行所分配的任务（包括计划、指挥和控制所属部队作战）所必须的设施、装备、通信、程序及人员等组成的系统。对 $C^2$ 系统可有两种具体解释：(1) 狭义解释，把 $C^2$ 系统理解为指挥所（中心）系统，包括指挥所（中心）内的计算机、软件、显示设备、内部通信及远程通信终端、电源和指挥所（中心）所必需的其他设备等；(2) 广义解释，把 $C^2$ 系统理解为指挥所（中心）、情报系统、探测系统、侦察系统和通信系统等所组成的综合信息系统，我国指挥自动化系统的含义就是这种广义的概念。 （撰写：刘 兴 审订：彭永录）

$C^3$ xitong

**$C^3$ 系统** command, control and communications system 一体化的指挥、控制和通信系统。古今中外军事指挥控制均与通信联系在一起。20 世纪 40 年代中期电子计算机的出现使指挥控制发生了革命性的变化，电子计算机在数据处理和作战方案计算等方面显示了极大的优越性。电子计算机的出现也使数据通信有了较大的发展。60 年代便产生了建设一体化的指挥、控制和通信系统的需求，首先在美国出现了 $C^3$ 系统的术语。美国各军种都建设了多种用途的 $C^3$ 系统。在美国国防部牵头建设的全球军事指挥控制系统（WWMCCS）中包括了战略 $C^3$ 系统、战区 $C^3$ 系统和战术 $C^3$ 系统。

（撰写：刘 兴 审订：彭永录）

$C^3I$ xitong

**$C^3I$ 系统** command, control, communications and intelligence ($C^3I$) system 一体化的指挥、控制、通信和情报系统。20 世纪 70 年代初为使电子信息系统的效能更高、同时节约开支、产生了将 $C^3$ 系统和情报 (I) 系统进行一体化建设的需求，美国国防部将负责 $C^3$ 系统的机构和负责情报 (I) 系统的机构合并为一个机构，将一体化的 $C^3$ 系统和情报 (I) 系统称为 $C^3I$ 系统。这是电子信息系统一体化发展的重要里程碑。日本和西欧各国均采用了这一术语。美国在 $C^3I$ 系统出现之后仍经常使用 $C^3$ 系统这一术语。美国、日本和西欧各军种建设了多种 $C^3I$ 系统。80 年代末美国提出了 $C^4I$ 系统的术语之后，$C^3I$ 系统术语的使用逐渐减少，只在战略系统中保留了 $C^3I$ 系统的术语，而西欧各国仍广泛使用 $C^3I$ 系统的术语。

（撰写：刘 兴 审订：彭永录）

$C^4I$ xitong

**$C^4I$ 系统** command, control, communications, computers and

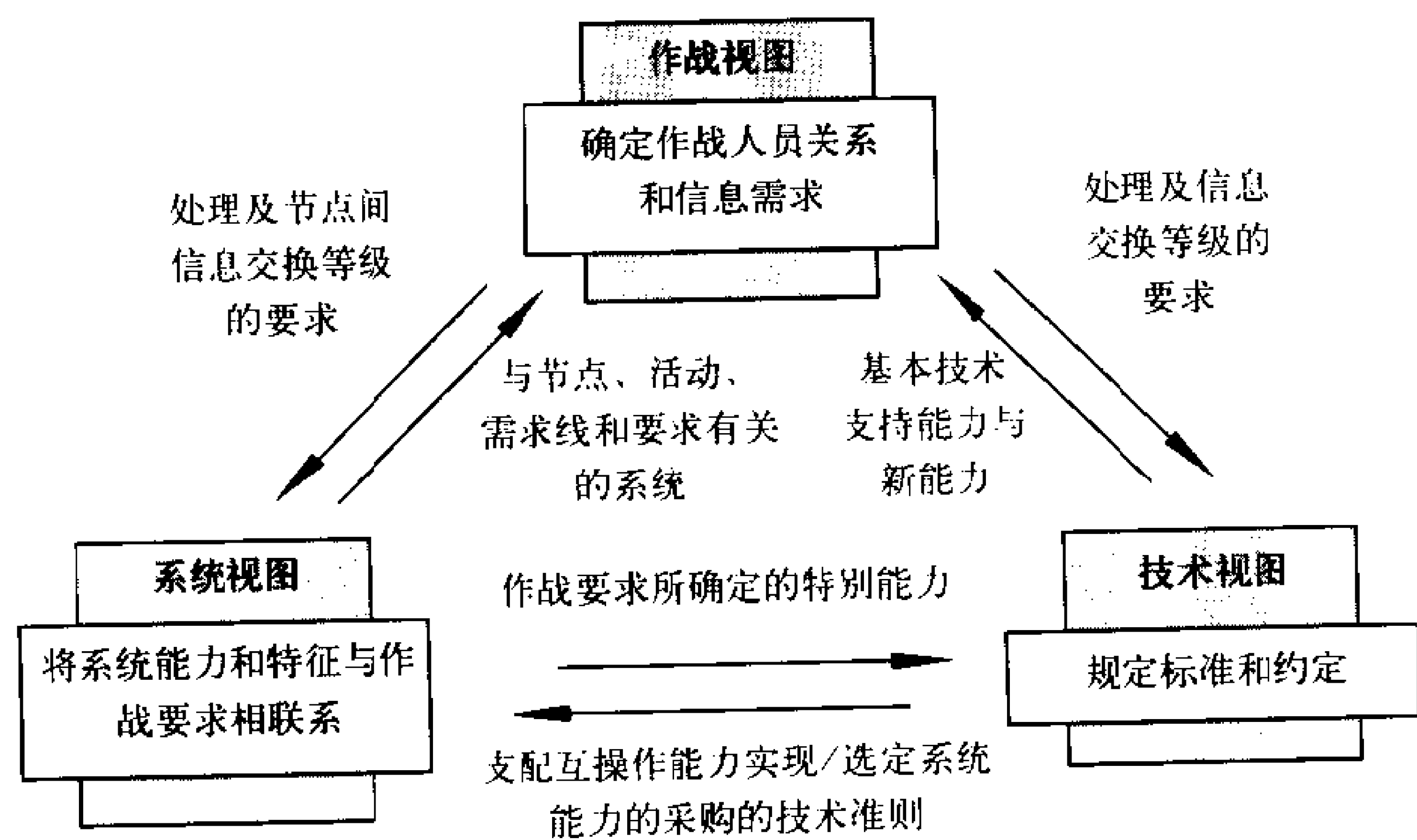
intelligence system 一体化的指挥、控制、通信、计算机和情报系统。在 $C^4I$ 系统进一步发展过程中，计算机和软件不仅大量应用于指挥所(中心)，还大量应用于情报系统和通信系统。20 世纪 80 年代末美国提出了 $C^4I$ 系统，以取代 $C^3I$ 系统，但这时建设的 $C^4I$ 系统仍主要是各军种独立建设的。海湾战争暴露了各军种的 $C^4I$ 系统不能互通，情报仍显不足，美国国防部长在 1995 财政年度国防报告中提出建立各军种共用一体化 $C^4I$ 机制。在这种机制下建设的全军一体化的 $C^4I$ 系统与以前各军种独立建设的 $C^4I$ 系统相比是一个较大的飞跃。 (撰写：刘 兴 审订：彭永录)

C⁴ISR xitong

**$C^4ISR$ 系统** command, control, communications, computers, intelligence, surveillance and reconnaissance system 全军一体化的指挥、控制、通信、计算机、情报、监视和侦察系统。在海湾战争中一方面暴露了各军种的 $C^4I$ 系统不能互通，更不能互操作，另一方面尽管美国使用了大量卫星、飞机对伊拉克进行监视和侦察，但在总结海湾战争经验教训时，仍感监视和侦察情报不足，需进一步发展联合情报、监视和侦察系统，特别是在新军事革命推动下，为满足联合作战的需要，美国国防部长于 1996 年初提出建设全军一体化的 $C^4ISR$ 系统。包括国防信息基础设施、全球指挥控制系统、全球作战支持系统、国防信息系统网、军事卫星通信系统、战区司令部指挥控制系统、联合情报、监视和侦察系统以及信息战系统等。$C^4ISR$ 系统还需若干年才能建成。$C^4ISR$ 系统将充分体现“武士”$C^4I$ 概念。美国国防部要求正在建设中的 $C^4ISR$ 系统必须满足未来战争联合作战的需要，同时要求系统高效能、低造价。美国的 $C^4ISR$ 系统的概念和我国的综合电子信息系统的概念十分相近，均反映了新军事革命的发展趋势。 (撰写：刘 兴 审订：彭永录)

C⁴ISR xitong tixi jiegou

**$C^4ISR$ 系统体系结构** $C^4ISR$ system architecture 美国国防部参考并扩展了 IEEE 610.12 关于体系结构的定义，提出 $C^4ISR$ 系统体系结构的定义是：指挥、控制、通信、计算机、情报、监视与侦察系统各组成单元的结构、它们的关系以及制约它们设计和演进的原则与指南。这种体系结构成为一体化军事信息系统顶层设计的关键部分。$C^4ISR$ 系统体系结构包括三种视图，它们是作战体系结构视图、系统体系结构视图和技术体系结构视图(参见*作战体系结构视图*、*系统体系结构视图*和*技术体系结构视图*等)，三种视图之间的相互关系如图所示。这种由多个视图组成的体系结构有利于以较少的经费实现联合作战能力要求的 $C^4ISR$ 系统结构，有利于美国国防部做出建设 $C^4ISR$ 的决策。按照统一的规则、指南和产品描述体系结构是确保一体化军事信息系统互操作和高效费比的关键方法。 (撰写：施振明 审订：彭永录)




三种体系结构视图之间的互相关系

CO₂ jiguangqi

**$CO_2$ 激光器** $CO_2$ laser 以 $CO_2$、$N_2$ 和 He 等混合气体为工作介质的激光器。它是分子气体激光器中最重要、种类最多、应用最广泛的激光器，属四能级结构。其主要特点是输出功率大、能量转换效率高(最高达 30%)和输出波长(10.6 μm)在大气窗口等。$CO_2$ 激光器的种类主要有：纵向快流 $CO_2$ 激光器、横向激励大气压 $CO_2$ 激光器(TEA $CO_2$ 激光器)、气动 $CO_2$ 激光器和波导 $CO_2$ 激光器等。$CO_2$ 激光器连续波工作时可输出高达 100kW 的功率，脉冲工作时输出能量可高达 10 kJ。$CO_2$ 激光器广泛应用于激光加工、激光医疗、大气通信、激光雷达以及光电对抗等。

(撰写：刘兴新 审订：梅遂生)

caise shengcheng ji chuli

**彩色生成及处理** color reproduction and processing 使用计算机对颜色信息进行描述、处理、转换和输出的理论、方法和技术。人们对颜色感觉的形成有四个要素：即光源、物体、眼睛和大脑。它是涉及到物理学、生理学等学科的复杂现象。光是一种电磁现象，波长在 380～780 nm 范围内的辐射波能引起人们的视觉感，在这段可见光谱内不同波长的辐射引起人们的不同色彩感觉。光谱中不能再分解的色光叫单色光，即红、绿、蓝光，这三种色光可以混合成自然界的全部色彩。所以红、绿、蓝称为色光三原色。人们眼睛的视网膜上存在着三种不同类型的锥体细胞，它们分别对红、绿、蓝有最高的灵敏度。物体反射光进入眼睛以后，在三种锥体细胞的作用下，产生不同颜色的光感。这就是三刺激原理，或称三色学说原理。彩色印刷、彩色摄影、分色以及彩色电视均建立在这三色学说基础上。为了有效地生成和处理彩色信息，必须研究的关键技术有：(1) 彩色标准；(2) 表色方法和彩色模型；(3) 彩色模型转换；(4) 分色；(5) 彩色加网；(6) 彩色还原；等等。近十几年彩色信息的计算机处理技术发展迅速，已广泛应用于彩色电子出版物、广告与装潢的计算机辅助设计、彩色图像处理、计算机艺术以及多媒体计算机等领域。 (撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝)

caozuo xitong

**操作系统** operating system 管理计算机硬件资源、控制程序运行、改善人机界面以及为应用软件开发提供支持的一种系统软件。操作系统通常是最靠近硬件的一层软件，它把硬件裸机改造成为功能更加完善和强大的一台虚拟机，使得计算机系统的使用和管理更加方便，计算机资源的利用效率更高，上层的应用程序可以获得远较硬件所能提供的更多的功能上的支持。操作系统按其不同的应用需要分为：批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统、网络操作系统、分布式操作系统。操作系统一般都采用内核加程序模块的结构。内核是操作系统的基本部分，长驻内存，主要提供三方面的功能：中断管理、进程/处理器调度、原语管理。内核一般都与机器相关，即位于不同计算机上的操作系统其内核往往是不同的，操作系统的其他部分都建立在内核之上。为了方便程序员编写应用程序，操作系统通常还以 API (应用

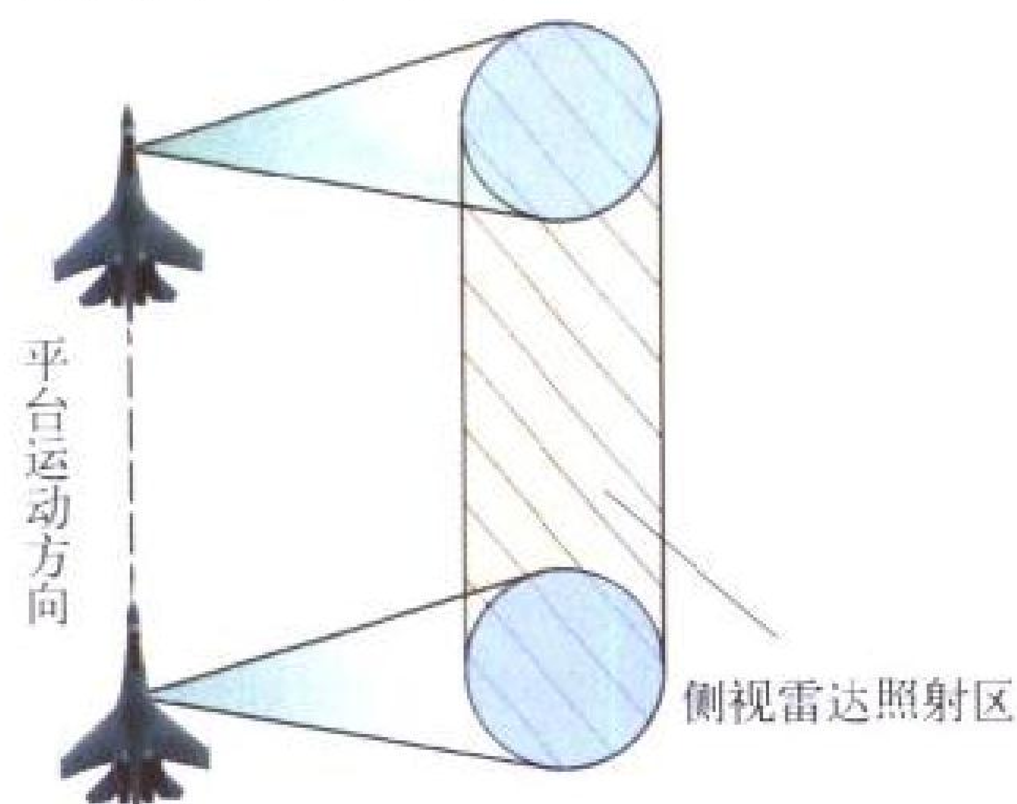
程序接口）的形式提供许多功能丰富的子程序。近年来随着开放系统的兴起和发展，研制具有可扩充性、可移植性和符合 POSIX 标准开放系统的军用操作系统已成为一个重要的研究课题。（撰写：张 激 李双全 审订：瞿兆荣）

caozuo xitong anquan

**操作系统安全** operating system security 保护操作系统不受破坏和攻击，操作系统信息不受未授权的用户访问和篡改。操作系统安全通过特定的安全策略控制对信息的访问，使只有被授权的人的操作过程可以对信息进行访问（读、写、建立和删除等）。美国国防部按策略、责任和保证将操作系统分成以下几个级别：非安全保护（D 级）、自主保护（C 级）、自主安全保护（C1 级）、可控的安全保护（C2 级）、强制安全保护（B 级）、标志安全保护（B1 级）、结构保护（B2 级）、安全区域（B3 级）、验证设计（A 级）。随着信息技术的飞速发展，计算机处理大量涉及国家军政、经济、工商业情报以及一些私人数据等敏感信息，因此，计算机系统已成为敌对国家或组织和某些个人的攻击对象，信息安全问题越来越受到重视。由于操作系统位于软件系统底层，操作系统安全技术就显得尤为重要。（撰写：张 激 施 刚 审订：瞿兆荣）

ceshi leida

**侧视雷达** side looking radar 采用一个固定侧视天线，波束指向常常垂直于平台运动方向，照射平台一侧的雷达（见图）。侧视雷达的典型代表是侧视式 SAR，侧视式 SAR 的相




侧视雷达工作原理示意图

干积累长度（合成孔径）随着反射回波点目标与雷达距离的缩小而缩小。理想的处理结果是获得的横向分辨率与距离无关，实际上可能获得的最高横向分辨率近似为实际天线横向口径的一半。（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

cegao leida

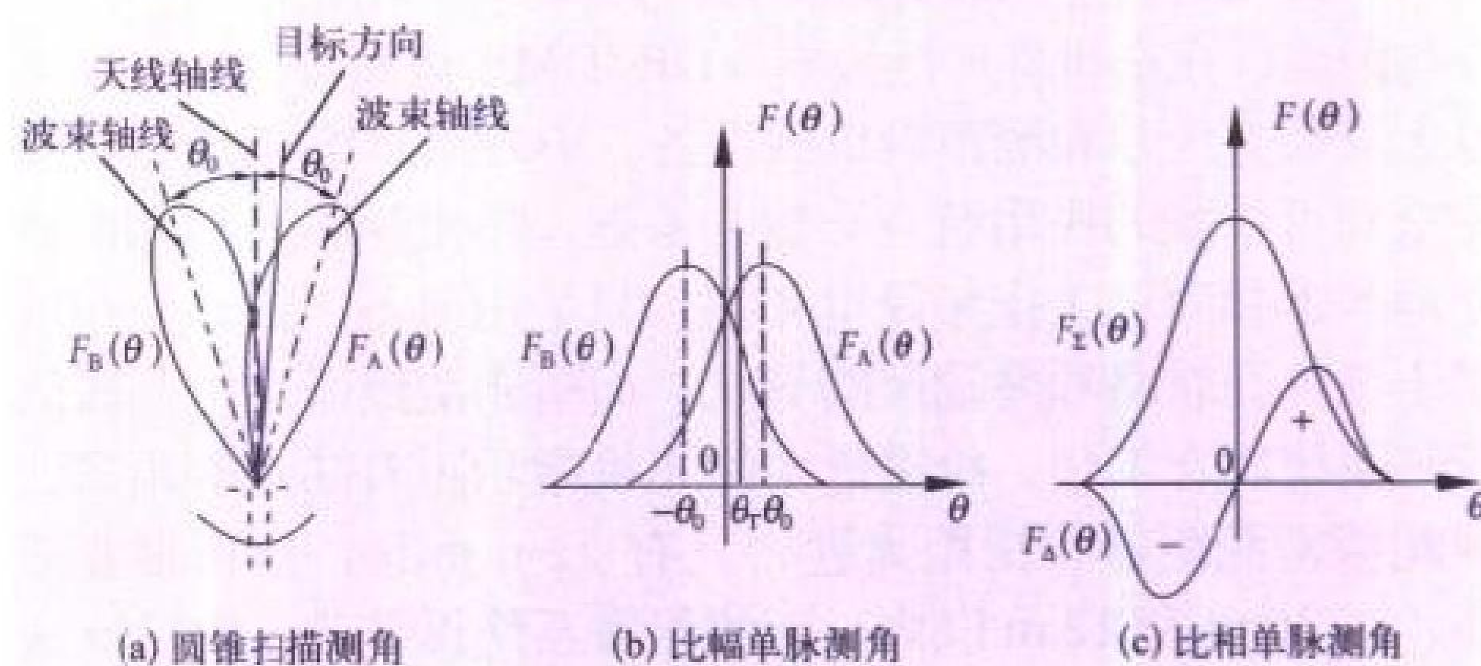
**测高雷达** radar height finder 在地面对空监视系统中，能测量目标的仰角和距离，从而计算出目标距地面高度的雷达。在不具备三坐标雷达的对空目标监视系统中，通常测高雷达与对目标的距离、方位有定位能力的二坐标搜索雷达配合工作，以获取目标的距离、方位和高度三维坐标数据。通常在二坐标搜索雷达指引的方位上，测高雷达天线方位旋转到位后，天线波束在俯仰方向上下摆动，在仰角域扇形扫描，测量二坐标搜索雷达所指定的目标的仰角。典型的测高雷达天线在垂直方向上狭长，形成俯仰方向的窄波束，以保证目标仰角测量值的准确度；而在方位方向上的波束宽度则较宽，以适应二坐标搜索雷达在方位上对测高雷达引导的误差。根据测高雷达对目标距离测量值 $R$ 和仰角测量值 $\theta$，所计算的目标高度 $h = R\sin\theta$ 是目标在测高雷达站址的水平平面以上的高度，还需加上测高雷达站址高度，并对地球曲率和大气折射等因素进行修正，才能给出目标距海平面的高度 $h_t$，以符合地面引导与控制战斗机拦截目标的需求。测高雷达如图所示。（撰写：黄为倬 审订：张光义）



测高雷达

cejiao

**测角** angle measurement 测量被测目标相对于测量系统角坐标位置的技术。在对飞行器的跟踪、定位过程中，角度测量占有重要的地位，特别是单站定位的测控系统。这是因为单站测控系统定位误差的主要来源是测角误差。常用的测角体制有圆锥扫描测角、比幅单脉冲测角和比相单脉冲测角。圆锥扫描测角，采用旋转抛物面天线馈源，使天线波束轴线按一定角频率围绕天线轴线旋转，达到测角的目的，见图（a）。比幅单脉冲测角，利用一对天线或一对馈源（包括方位、俯仰），在空间形成两个相对天线轴对称偏置 $\pm\theta_0$ 角的波束，通过比较两波束接收信号幅度，达到测角的目的，见图（b）。比相单脉冲测角，它与比幅单脉冲天线结构相似，只是通过比较两波束接收信号的相位达到测角的目的，见图（c）。在三种测角体制中，圆锥扫描测角法设备最简单，但精




三种测角方法示意图

度最低，多用于精度要求不高的引导设备中。比相单脉冲测角法，精度最高，但两路接收机相位的不一致性对测角精度影响较大。因此在测控系统中，特别是统一载波测控系统中使用最多的是比幅单脉冲测角体制，其测角精度较比相单脉冲测角体制略低。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

ceju

**测距** range measurement 指测量被测目标相对于测量系统的距离的技术。在对飞行器跟踪、定位时，距离是确定飞行器轨道的重要参数之一。一般对飞行器距离的测量是通过测量收一发信号间的时间延时实现的，即

$$R = ct/2$$

式中 $c$ 为光速；$t$ 为接收信号相对于发射信号的时间延时。通常近距离的测量系统，多采用脉冲体制的雷达。而对于数百千米至数万千米，甚至更远的深空飞行器来说，由于脉冲雷达的作用距离受峰值功率的限制，往往采用连续波雷达来实现。目前连续波测控系统应用最多的测距体制有：侧音测距、伪随机码（PN 码）测距和音码混合测距。侧音测距是选

用一组频率成比例(5倍左右)的正弦波，作为测距信号。伪随机码(PN码)测距，简称伪码测距，是选取一定周期长度的单个PN码或多个PN码组成的复合码作为测距信号。音码测距，是侧音和伪随机码两种测距信号的组合。侧音测距，距离分辨率高，捕获时间短，是目前在测控系统中国际通用的测距信号。伪码测距保密性和抗干扰性好，容易获得较大的无模糊作用距离，适合于深空测距。

(撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

cejuqi yu jingmi cejuqi

**测距器与精密测距器**　distance measuring equipment (DME) and precision distance measuring equipment (DME/P)　为飞机提供飞机与地面台之间距离的近程航空导航系统。现行体制的测距器于1959年为国际民用航空组织正式接纳为标准航空导航系统，它由地面台和机载设备组成，机载设备向地面台发射间距12 ms的成对脉冲(询问)，地面台在接收到询问脉冲后，经过固定延时，再向空中机载设备发射成对脉冲(应答)。机载设备测量从发射询问脉冲到接收应答脉冲所经过的时间，便能测出飞机离地面台的距离。由于地面台应答的能力有限，因此一个地面台最多允许与110架飞机的机载设备配合工作。测距器工作在960～1215 MHz的Lx频段，对于10000 m高度上的飞机，一个地面台的覆盖范围大约是半径370 km的圆。为了有大的覆盖范围，要毗邻布局许多地面台。毗邻地面台工作在不同频率上，频率间隔为1 MHz的倍数。测距器和伏尔的地面台常合装在一起，构成了VOR/DME台，装有相应机载设备的飞机能同时测出距地面台的方位与距离。在全世界广泛设有VOR/DME地面台，民航飞机也大量装有伏尔和测距器机载设备，VOR/DME系统是当今安全和可信赖的民用航空导航的基础。精密测距器与测距器原理基本相同，工作频段也相同，只是用途不一样。测距器用于飞机在航路和终端区的导航，而精密测距器用于与微波着陆系统联合工作，给进近中的飞机指示距着陆点的距离。因此精密测距器作用距离近，只有22 n mile，但精度要求高，在30 m和12 m以内，而测距器系统误差为±0.9 km或距离的3%，取其中大者。为此精密测距器采用不同的脉冲波形、导脉冲环及其他提高精度的措施。

(撰写：邱致和　审订：丁群)

cekong

**测控**　tracking telemetering and command (TT&C)　对飞行器进行跟踪、测量、控制和信息传输，以完成规定任务的过程。根据飞行器种类的不同，可以分为航天器测控、航空器测控和武器测控等，其技术内涵有较大的差别。根据系统空间参考位置的不同，又分为“地基测控”、“空基测控”和“天基测控”等。系统参考点设置在地球上(包括陆地和海面)，称之为地基测控；系统参考点设置在航空器上，称之为空基测控；系统参考点设置在航天器上，称之为天基测控。

(撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

cekong tizhi

**测控体制**　TT&C architecture　对飞行器进行跟踪、测量、控制和信息传输所采用的技术体制。通常分为非基线制和基线制。非基线制指由单台测量设备完成跟踪、定位的测控系统，其测量元素为：$R$、$A$、$E$、$\dot{R}$、$\dot{A}$、$\dot{E}$(距离、方位角、俯仰角及其变化率)。基线制又分为干涉仪体制和多站几何定位体制。干涉仪体制是利用相隔一定距离的成对天线构成测量基线，测量两天线接收载波信号的相位差，以直接获得飞行器到两天线距离差的办法完成对飞行器的跟踪、定位，其测量元素为：$R$、$r_1$、$r_2$、$\dot{R}$、$\dot{r}_1$、$\dot{r}_2$(距离、距离差及其变化率)。多站几何定位体制即$KR\dot{R}$体制，$K\geqslant 3$，它利用相互已知基线长的$K$个测量站，各自测量对飞行器的$R\dot{R}$，再根据几何原理完成对飞行器的跟踪、定位。

(撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

cekong xitong

**测控系统**　TT&C system　对飞行器进行跟踪、测量、控制和信息传输的技术设施。测控系统是武器试验、卫星工程、载人航天、深空探测等系统工程的重要组成。用于对飞行器跟踪测轨，即测量飞行器的位置、速度、加速度，以精确测定飞行器的轨道参数；用于对飞行器飞行状态、飞行器设备状态和生物生理状态等进行数据采集和传输；用于对飞行器运行轨道、飞行器设备工作参数和系统工作安全实施指令控制；用于对飞行器进行图像、话音和数据的传输。一般由跟踪测量分系统、遥测分系统、遥控分系统、实时计算机处理分系统、监控分系统、时间统一分系统、通信分系统、事后数据处理分系统和标校分系统组成。

(撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

cekong xitong de biaojiao

**测控系统的标校**　TT&C system calibration　指对测控系统的测量精度进行标定和校准的技术。测量精度，特别是航天器轨道的测量精度是测控系统的主要指标。由于环境条件、系统自身工作参数的变化，对测量系统的误差模型会产生一定的影响，因之适时地对系统测量精度进行标校是完全必要的。一般测控系统的标校包括：天线大盘水平测试、天线指向的方位和俯仰零值标定、天线光电轴失配标定、距离零值标定、AGC曲线标定和频率源准确度的标定。标定时采用的坐标系应与跟踪、测量数据采用的坐标系一致。标校的方法常用标校塔法、天体法和比对法。标校时测量误差$\overline{\sigma}$的处理如下式

$$\overline{\sigma}=\sum_{i=1}^{N}\sigma_i/N$$

式中　$\sigma_i$=测量值－真值；$i=1\sim N$，$N$为测量次数，一般由原设计规定。　(撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

cekong xitong de celiang jingdu

**测控系统的测量精度**　measurement accuracy of TT&C system　反映测控系统的测量值与真值一致性的程度。常用系统误差和随机误差或总误差表示。在对飞行器测控的过程中，由于设备的不精确、观测方法不完善或外界条件的变化，使测量存在误差。根据统计学观点，这种误差分为两大类：系统误差和随机误差。系统误差，指由测量设备的零值校定不准、站址测量不准或外界条件变化等造成测量结果与真值的不一致。在一定的观测条件下，其数值大小和符号可以是不变的。随机误差，指由系统热噪声、外界条件扰动等造成测量结果与真值的不一致。在一定观测条件下，多次重复测量，其数值大小及符号都是随机的。前者反映了测量结果的准确度，后者反映了测量结果的精密度。一般系统中的系统误差和随机误差不相关，其总误差表示为

$$\sigma_{\Sigma}=(\sigma^2+\Delta^2)^{1/2}$$

式中 $\sigma_{\Sigma}$为总误差；$\sigma$为随机误差；$\Delta$为系统误差。影响测控系统测量精度的因素有电波传播折射、低仰角多路径传播、站址大地测量误差、测量元素测量误差、时间同步误差和光速测量误差等。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

cekong xitong de jiaofei

**测控系统的校飞** TT&C system calibrating flight 在飞行条件下对测控系统精度和性能进行全面标定的技术。通常以飞机代替飞行器进行校飞。校飞的目的是检验全系统方案的合理性和协调性，检验系统动态条件下的技术性能和指标，以及鉴定系统测量精度。测控系统的校飞一般分为性能校飞、精度校飞和综合校飞。性能校飞是检验无线信道、捕获和跟踪性能、工作协调性和主要技术指标，并为精度校飞做准备；精度校飞是采用精度更高的设备作为比较标准，将系统测量数据与比对设备测量数据经处理后进行比对；综合校飞是全测控站的多种测量系统同时跟踪校飞飞机以检验各系统设备的主要性能、指标和协调能力。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

cekong xitong de jingdu jianding

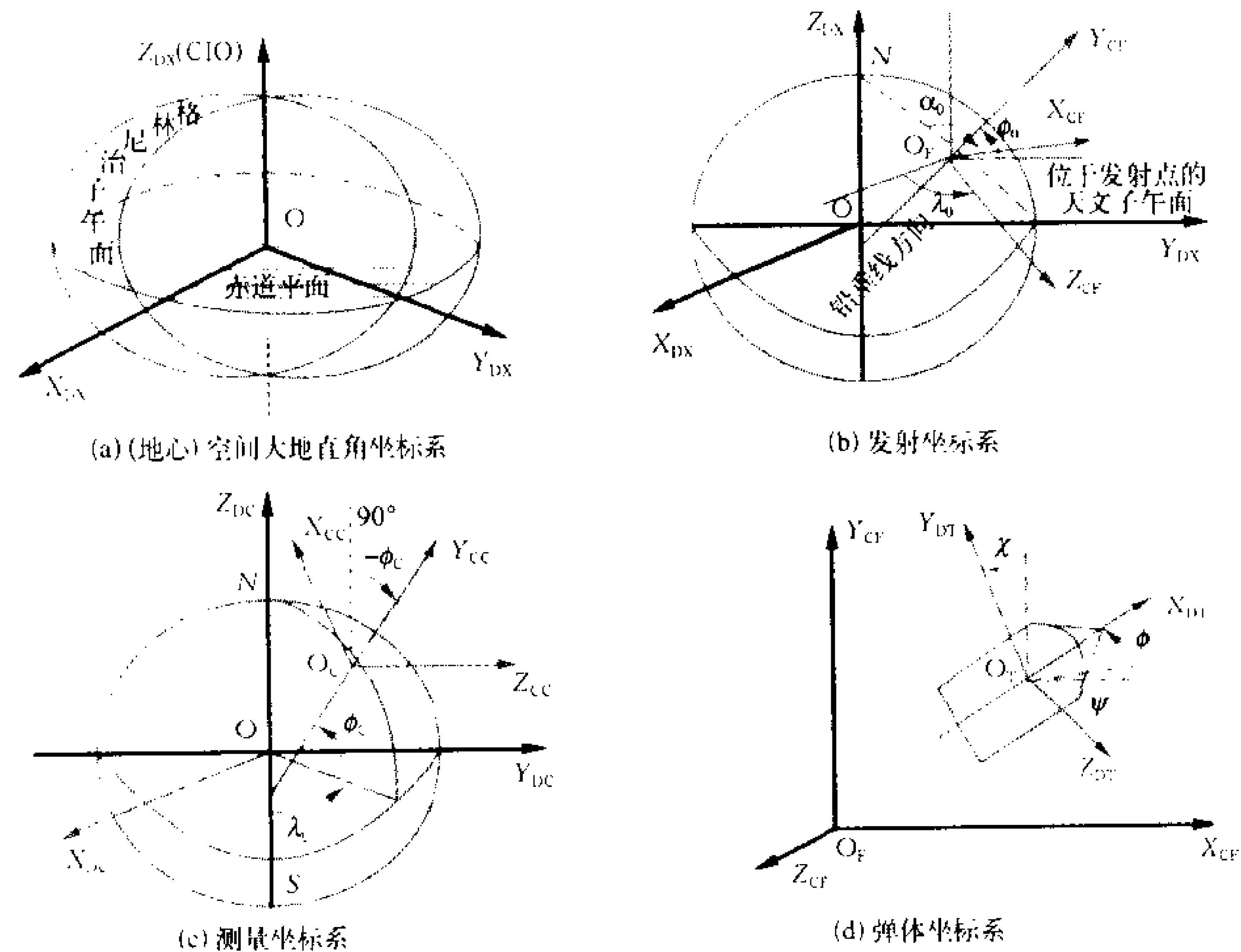
**测控系统的精度鉴定** precision evaluation of TT&C system 对测控系统测量数据与真值的一致程度进行评定与分析的技术。测量精度是测控系统的重要指标，导弹试验和卫星发射、运行的精度分析都与系统测量的精度密切相关，同时也是系统验收和改进的核心问题。精度鉴定的目的是：通过试验或分析，了解系统实际达到的测量精度，评定测量数据的质量；通过鉴定试验找出影响系统测量精度的硬件、软件存在的问题，作为验收、调整和改进系统的依据；研究、验证系统测量数据的误差模型，以便进行误差校正；通过实验数据的累积结果，评定系统测量精度的稳定性和可用性。精度鉴定工作的"硬标准法"是采用更高精度的测量设备作为比较标准；而"软标准法"是用系统测量数据，借助统计数学和精度分析理论，通过事后数据处理对测量精度进行评定，也可以二者结合进行。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

cekong zuobiaoxi

**测控坐标系** TT&C coordinate system 对飞行器跟踪、定位所采用的参考系（见图）。测控系统中常用的坐标系规定如下：(1)（地心）空间大地直角坐标系，以参考椭球中心为原点的直角坐标系，称大地直角坐标系。若参考椭球中心和地球质心重合，称地心大地直角坐标系。(2) 发射坐标系，是一种地面坐标系，其原点位于火箭、导弹质心在大地测量基准面的投影点。(3) 测量坐标系，测量系统坐标系有法线系和垂线系两种，测角体制的测控（量）系统常用垂线坐标系，而基线制测控（量）系统常用法线坐标系。(4) 弹体坐标系，弹体坐标系因连在弹体上，原点为弹体质心，坐标系随弹体运动。一般飞行器、飞行器有效载荷和测控系统，根据各自工作的方便和需要，常采用不同的坐标系，但整个系统的轨道数据必须在同一坐标系内进行分析、计算。因此实际使用中，各坐标系获得的测量数据需进行坐标转换。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）




测控坐标系

celiang buquedingdu

**测量不确定度** uncertainty of measurement 见综合卷。

celiang guocheng de tongji kongzhi

**测量过程的统计控制** statistics control of measurment process 测量系统的工作处于受控状态，用数理统计分析的方法使测量过程受到最优控制，每个测量值都是在受控的长周期内进行多次测量的一个随机值，其测量的不确定度可控制在给定的范围内，从而保证测量的结果准确可靠。测量过程的统计控制参数有：核查标准值、初始值（即认可值或起始合格值），核查标准值的标准偏差、统计控制限（通常取标准偏差 $\sigma$ 的 3 倍作为统计的误差限，其置信概率可以达到 99.73%）。测量过程统计控制的检验方法有：$t$ 检验，$F$ 检验和控制图法三种。（撰写：陈光禔 审订：顾亚平）

celiang wucha ji wucha chuli

**测量误差及误差处理** measurement error and processing 在一切测量中，由于各种因素的影响和限制，测量所得的量值并不准确地等于被测量的真值，二者之差称为测量误差。对测量值加以修正即可得到近似真值，修正量与误差值大小相等，方向相反。由于测量误差不可避免，因而无法知道误差的准确值。人们只能估计在一定概率下可能达到的误差限，这样估计的误差限称为测量的不确定度。测量误差分为系统误差和随机误差两类。系统误差的原因一般是可以掌握的，系统误差的出现是有规律可寻的，系统误差的处理一般是尽可能预见到各种误差来源，而采取校正或补偿措施予以消除或削弱其影响。随机误差是无规律的，其处理的基本方法是概率统计法，即通常采取多次测量值取平均的方法予以削弱其影响。（撰写：陈光禔 审订：顾亚平）

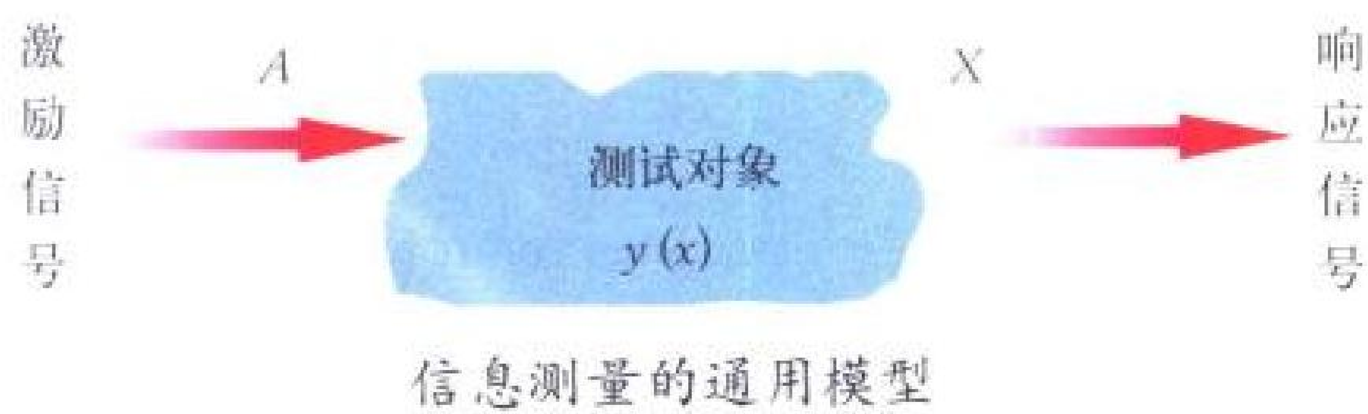
celiang wucha xiuzheng

**测量误差修正** measurement error correction 为了减小测量数据中的各种测量误差而进行的测量数据处理过程。误差性质不同，对误差修正的实时性要求和精度要求都不同，测量误差修正的方法也不同。粗差用人工或计算机剔除，粗差的判断常用平滑预测法或外推法进行。随机误差用相关处理来减小，处理方法有平滑滤波、预测（外推）和微分。测量误差修正主要是系统误差修正。系统误差分恒定系统误差和可变系统误差。恒定的系统误差如天线座倾斜、电路时延等，应用精确标校等手段测出其数值，并从测量值中直接扣除。可变误差则要用解析法、实验法或估计法得出误差修正模

型，求出系统误差，再修正测量数据。误差修正是工程中常用的手段，修正后残差的多少，视对系统误差源掌握的程度而定。 （撰写：巨向斌 审订：于基磊）

celiang xinxilun

**测量信息论** measurement information theory 研究测量信息（通常表示为误差）处理的理论和方法。关于测量误差的分析与处理，通常是以概率论为基础进行的，而信息论的概念比概率论更为基本，信息论方法比传统数理统计方法的应用更为广泛。尤其在误差概率估计、数据处理和参数估计等分析中，测量信息论具有更强的能力。用测量信息论来处理测量误差，主要研究以下问题：测量结果的信息熵、条件熵、测量信息量、误差熵、最大信息熵原理及其误差概率估计，利用误差来计算测量不确定度等。信息测量的通用模型如图所示。




信息测量的通用模型

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

ceshi jishu

**测试技术** testing technology 见综合卷。

ceshi jieguo

**测试结果** test result 测试的最终目的就是为了获得测量结果，即被测信号属性及量值的显示。现代测试仪器的测试结果大多采用数字显示，以便于计算机存储、处理、传输和利用。现代测试仪器测试结果的显示方法有：标量显示、时域显示、频域显示（频率响应和频谱）、幅度分布、矢量图（星图）和相关性显示等。 （撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

ceshi ruanjian de zidong shengcheng

**测试软件的自动生成** test software automatic generation 自动测试系统中自动生成测试软件的技术。一般可采用代码生成和流程图设计两种工作方式。代码生成方式可自动生成控制仪器的代码，以及数据处理、分析和图形显示的代码，用户根据选择的编程语言，将自动生成的代码嵌入应用程序中，再经编译即可运行，具有一定的灵活性。流程图设计方式是利用抽象化、图形化、结构化的流程图构成测试程序，完成流程图的设计即可完成程序的编写，用户不必编写程序代码，具有形象直观、步骤清晰及使用方便等特点。

（撰写：徐红兵 审订：陈光禹）

ceshi xinhao chuli

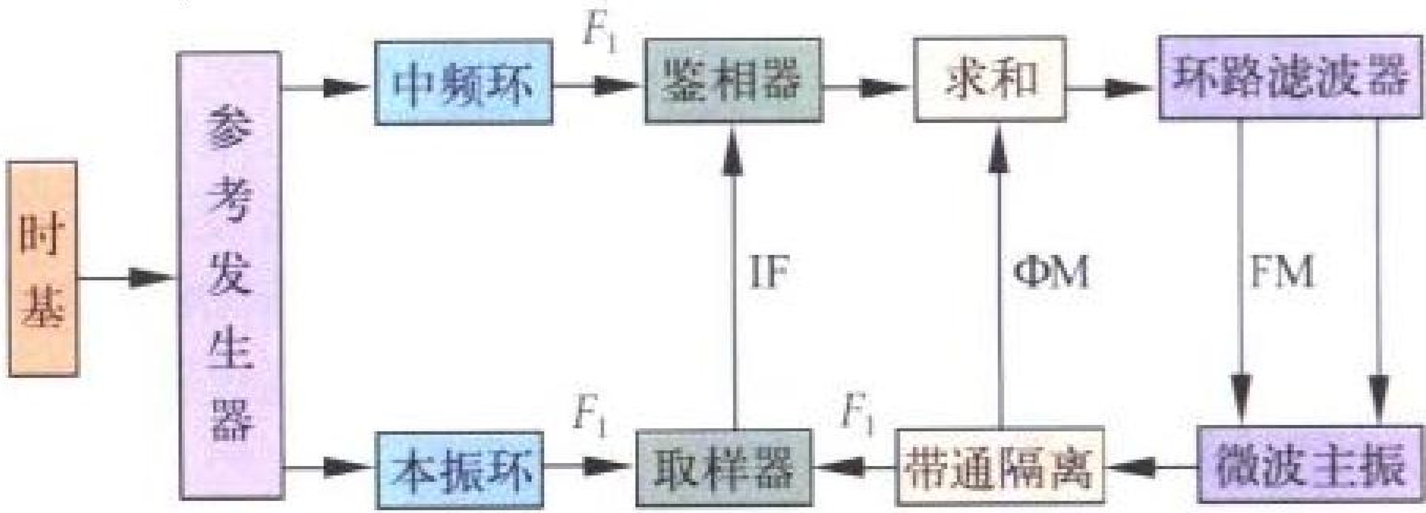
**测试信号处理** test signal processing 对测试信号进行变换或分析。“信号变换”是指从原始信号变换成一个新信号的处理过程。例如，对一个模拟信号的简单处理可以是对信号乘以一个常数以改变其大小；通过傅里叶变换，模拟时间函数可以变换为模拟的频率函数，即信号可以从时域变到频域。信号变换可以分为可逆变换和不可逆变换。“可逆变换”只改变信号的形式而保持其原有特性，可逆变换存在逆变换，即可将变换后的信号逆变换为它原来的信号形式。信号的放大和傅里叶变换都是可逆变换。对被测信号的“取样”就是“不可逆变换”，一旦信号被取样，将再也不能把它变换为初始序列，故不存在逆变换。“变换”的概念，通常是指从一个分析域变换到另一个分析域（例如从时域变换到频域，或从频域变换到时域）。而在同一分析域中的变换通常叫做“函数”或“运算”。用一步一步的运算而不是用数学公式来描述的变换叫做“算法”。

“信号分析”的目的是使仪器用户对信号或产生信号的物理系统能有特定的了解。信号分析的结果是再现完整的输入信号所必需的信息，而并不注意信号分析的某些细节。在这个意义上，一个完整的信号分析过程可认为是一个不可逆的信号变换过程，即一个可以得到所需输出信号结果的变换过程。在测试领域中，用于测试信号处理的数学工具有傅里叶变换、傅里叶反变换、离散傅里叶变换（DFT）、快速傅里叶变换（FFT）、拉普拉斯变换、Z变换和希尔伯特变换等。

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

ceshi xinhaoyuan

**测试信号源** test signal source 可产生各种测试所需信号的仪器的统称。它可作为各种仿真信号或激励信号广泛用于各类整机、系统及部件、元器件的测试中。信号源所涵盖的范围很宽，按频段划分有低频、射频、微波（含毫米波）、光波；按工作原理划分有LC源、锁相源以及合成源；按产生信号的特征划分，有函数/任意波发生器、脉冲源、数据发生器，带有多种调制功能（例如调幅AM、调频FM、调相ΦM、脉冲调制PM和数字调制DM）的标准信号源及光源；按信号输出特性可分为点频源、扫频源等。微波合成信号源的原理简图如图所示。




微波频率合成器原理图

FM—频率调制；ΦM—相位调制

（撰写：王厚军 审订：陈光禹）

cesu

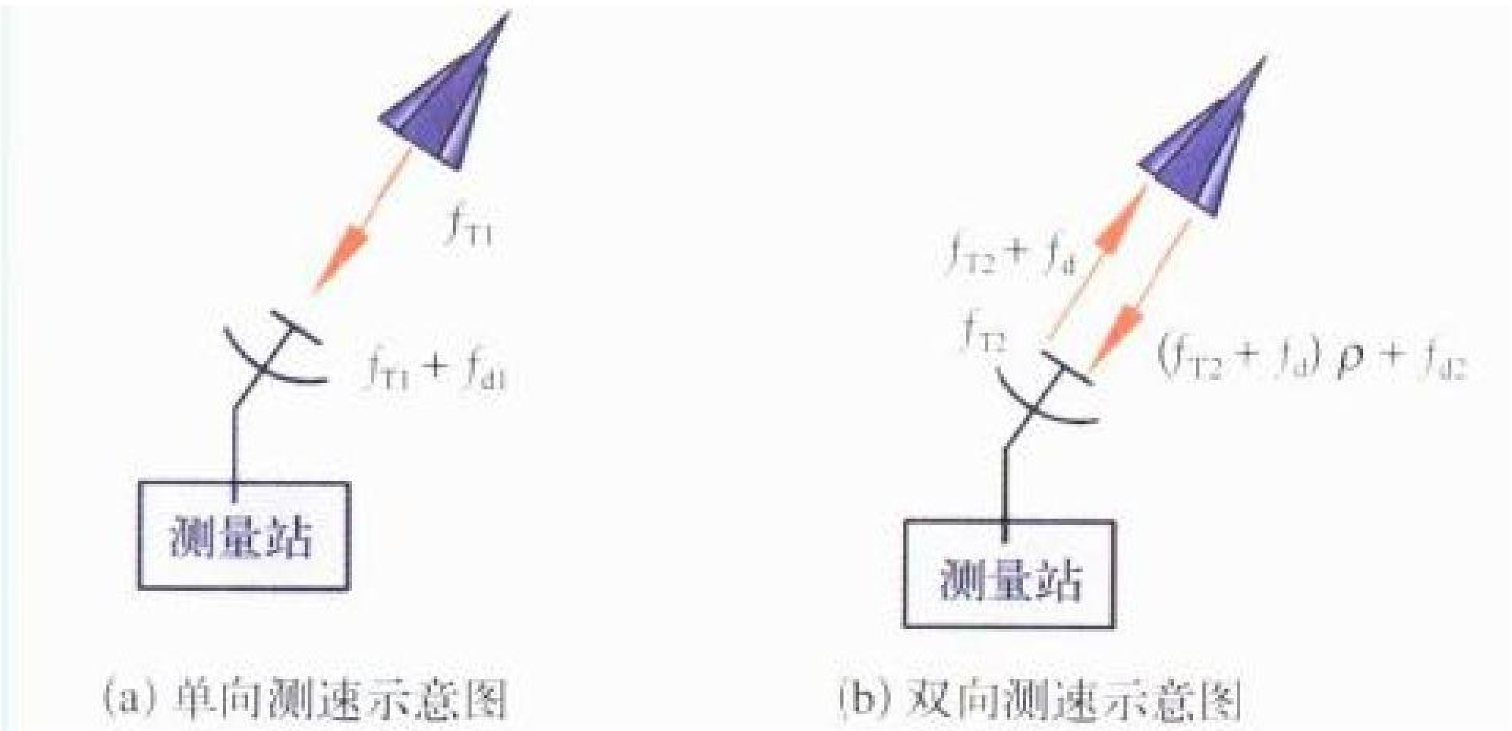
**测速** range rate measurement 指测量被测目标相对于测量系统飞行速度的技术。在对飞行器跟踪、定位的过程中，速度是确定其轨道的重要参数之一。精确测量飞行器的速度矢量，需3个测量站，每个测量站只测出飞行器相对测量站的径向速度，再通过求解3个站径向速度方程，才能得到飞行器的速度矢量。径向速度是通过测量飞行器相对测量站运动而产生的载波多普勒频率得到的。通常分为单向测速和双向测速，如图所示。单向测速是测量飞行器到测量站的单程载波信号的多普勒频率，从而获得径向速度值 $v_r$，其关系式为

$$f_{d1}=-v_r f_{T1}/c$$

式中 $f_{d1}$ 为单程载波多普勒频率；$c$ 为光速；$f_{T1}$ 为载波频率；并定义 $v_r$ 在飞行器离开测量系统的方向为正值。双向测速是测量测量站到飞行器和飞行器到测量站间载波信号的双程多普勒频率，获得径向速度，其关系式为

$$f_{d2}\approx -v_r f_{T2}(1+\rho)/c$$

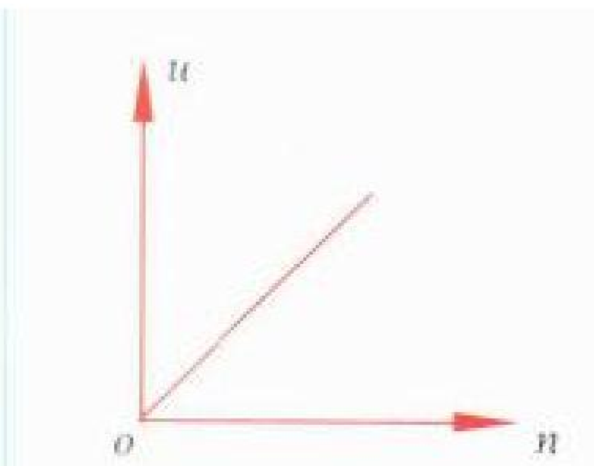
式中 $\rho$ 为飞行器上转发器的转发比（$\rho=f_{T1}/f_{T2}$）；$f_{d2}$ 为双程载波多普勒频率；$f_{T2}$ 是测量站到飞行器的载波信号的频率。$f_d$ 的测量一般分固定多普勒频率周期数测时间法和固定时间测多普勒频率周期数法两种。单向测速系统的测速精度，受飞行器信标频率和测量系统频率源频率两者的稳定度的影响。双向测速系统由于双程载波频率采取相参处理，其测速精度只取决于测量站频率源的稳定度，所以双向测速系统的测速精度高。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）




测速示意图

cesu fadianji

**测速发电机** tachogenerator 一种将运动速度变换成电信号，其输出的电信号与运动速度成正比的信号电机（见图）。在自动控制系统中，测速发电机可以作为测速、阻尼、微分或积分等元件。测速发电机有直流和交流两大类。直流测速发电机可分为电磁式和永磁式；交流测速发电机有同步测速发电机、鼠笼转子异步测速发电机、空心杯转子异步测速发电机三种。永磁式直流测速发电机结构简单、受温度变化影响小，在军事电子装备中应用广泛。空心杯转子异步测速发电机因其输出信号频率与激磁电源频率一致，噪声低、无干扰，技术性能在交流测速发电机中最佳，在军事电子装备中亦有较多应用。除此之外，也有用于测量有限角度范围内摆动速度或往复直线运动范围内运动速度的特种测速发电机。其典型应用是在控制系统中作为速度反馈元件，使系统速度稳定、可调，如用作雷达天线的伺服驱动控制等。（撰写：何松波 审订：鲁 华）

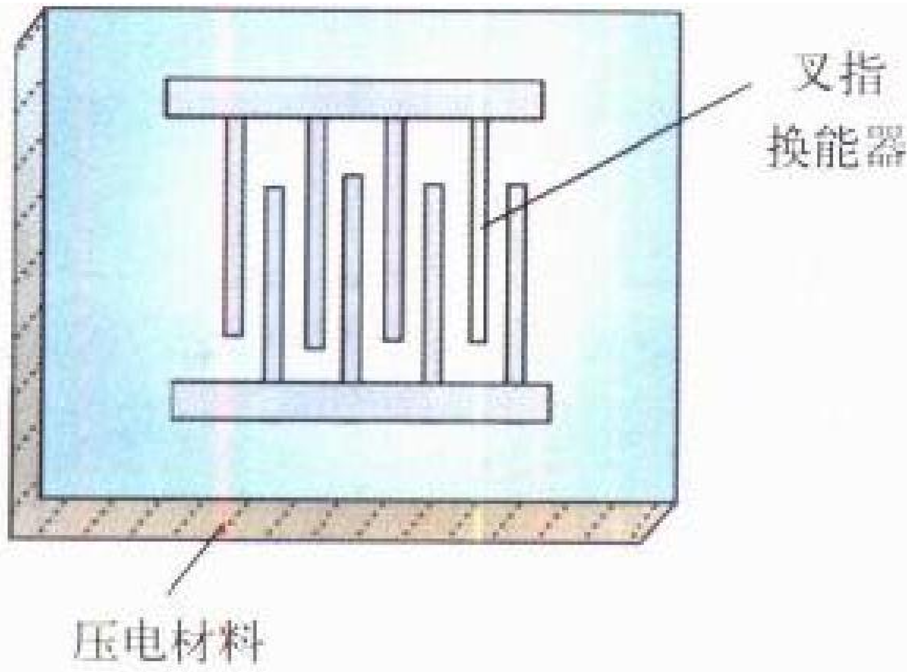



测速发电机输出电压与运动速度的关系

$u$—输出电压；$n$—转速

chazhi huannengqi

**叉指换能器** interdigital transducer 声表面波器件中从电到声和从声到电的主要换能器件，它由压电基片或压电薄膜表面上敷设的交叉指状金属薄膜电极构成（如图所示）。在其上加上电压，则媒质由逆压电效应引起伸缩，加上电信号时则在基片（媒质）表面激励起声表面波（还可能伴随其他模式的声波）。当声表面波传过金属叉指换能器时，由压电效应，金属叉指将检出与声表面波相关的电信号。叉指结构决定了叉指换能器的性能，不同设计的叉指换能器决定声表面波器件的性能——器件的传输函数、幅度频率特性和相位（或延时）频率特性。利用这些特性可以实现信号处理与频率选择和控制功能，所以叉指换能器是决定声表面波器件性能的主要部件。（撰写：毋开明 审订：胡爱民）

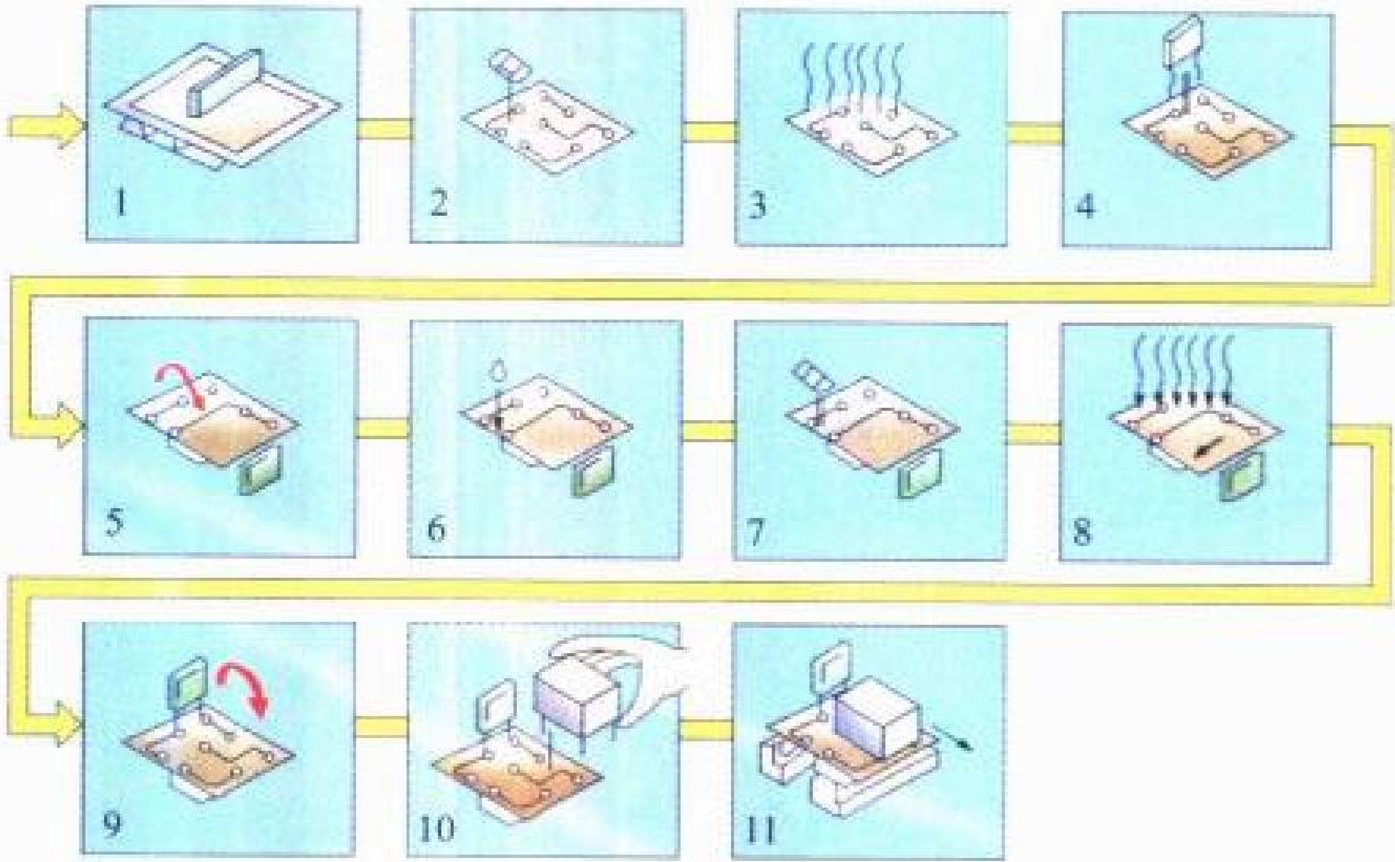



叉指换能器原理图

C

chatie hunhe zuzhuang jishu

**插贴混合组装技术** THT / SMT hybrid packaging technology 又称通孔插装/表面贴装混装技术。在同一块印制电路板上既贴装表面组装元器件，又插装通孔插装元器件的组装技术。组装工艺分为单面混装和双面混装两大类，与之相应有不同的工艺流程。双面混装时表面组装元器件可在印制板上双面分布，插装元器件集中在同一面，其典型工艺流程为：丝印焊膏—贴片—再流焊—翻板—涂布黏合剂—贴片—固化黏合剂—翻板—装插件—波峰焊—清洗—测试。由于各类特殊用途的通孔插装元器件和电气互连接插件的存在，目前完全的表面组装产品比例较少，应用最为普遍的是插贴混装技术，习惯上也将其纳入表面组装技术范畴。插贴混装一般以表面组装和插装设备组成生产线进行自动组装（见图），在混装产品上插装件较少或插装工艺较复杂的场合，往往在生产线中辅以人工插装环节，用其代替自动插装设备进行插装元器件的插装工作，或作为辅助工序完成自动插装设备难以完成的工作。（撰写：周德俭 审订：周志春 李怀霞）




SMT 与 THT 混合流程

1—软钎焊丝网印刷；2—SMD 安装；3—再流软钎焊；4—带引线元件安装；5—翻转；6—加黏合剂；7—SMD安装；8—固化黏合剂；9—翻转；10—手工安装其余元件；11—波峰软钎焊

chafen GPS cekong xitong

**差分 GPS 测控系统** TT&C system using differential GPS 利用差分 GPS 技术对飞行器进行测控的技术设施。由目标上的 GPS 测量接收机、一个或多个放置在已知点上的 GPS 基准接收机、数据链、数据处理设备以及遥控、遥测设备组成。在 GPS 导航星支持下获得目标运动参数，并通过“差分”算法来提高测量精度。一般伪距差分系统的三维定位精度为 7 m，能满足大部分目标的轨道测量要求。动态载波相位差分可使定位精度提高到 1～0.5 m，但对 GPS 接收机和使用环境要求都比较严格，通过与 GLONASS 的合并使用可增强系统的实时性与可靠性。目标上的 GPS 接收机也可用信号

转发装置代替，转发装置将 GPS 信号变频后转发到地面，再通过特制的接收机获取伪距、载波相位和其他参数，对目标轨道参数实施测量。采用转发体制时，目标上设备的频率必须与地面接收设备的频率相干，实现的方法是发送导频信号。由测控定义知道，差分 GPS 系统只起到测轨的作用，必须辅以遥控、遥测才可以构成完整的测控系统。

（撰写：吴 峰　审订：干基磊）

chanzaxing jiguang jingti

**掺杂型激光晶体**　doped laser crystal　一类由基质晶体和激活离子两部分组成的晶体。晶体的物理化学性能主要取决于基质材料，而它的光谱特性主要由激活离子的能级结构所决定。激光晶体的基质主要有氧化物、磷酸盐、硅酸盐、钨酸盐、钼酸盐、钒酸盐和氟化物等晶体，而激活离子多达数十种，有三价稀土金属离子、二价稀土离子、过渡金属离子、锕系激活离子。掺杂型激光晶体是激光晶体中种类最多、应用最为广泛、地位最重要的一类晶体。稀土激活离子的激光晶体以掺钕钇铝石榴石晶体（Nd：$Y_3Al_5O_{12}$，简写为 Nd：YAG）为代表，而红宝石（$Cr^{3+}$：$Al_2O_3$）则是掺过渡族激活离子激光晶体的代表，对于这两种晶体，$Nd^{3+}$ 和 $Cr^{3+}$ 为激活离子，而 YAG 和 $Al_2O_3$ 晶体是基质。

（撰写：张振亚　审订：桂尤喜）

chanpin shuju moxing

**产品数据模型**　product data model　用数据描述产品某些特征时所依据的抽象模型。建立电子产品数据模型的目的是给出电子产品的抽象描述，用于产品的设计、制造和维修过程。技术和规模是两个不同的观察与处理角度，从规模上通常分为系统和电路两个级别；从技术上又分为行为和结构两个层次。有关电子产品数据技术概念的抽象层次全貌如表所示。描述一个系统或电路可以从行为或结构两个角度建立数据模型，其中体系结构又是一种有行为含义的结构描述，物理结构是真正的物理实体描述。从系统到电路，在其设计阶段涉及行为较多，采用硬件描述语言（VHDL）或仿真模型并生成原理图、波形图和电子设计交换格式（EDIF）网表等文件；制造阶段涉及结构较多，采用机柜线缆及 Gerber 等数据模型。

**电子产品数据的规模层次**

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">技术<br>规模层次级别</th><th rowspan="2">行　为</th><th colspan="2">结　构</th></tr>
<tr><th>体系结构</th><th>物理实现结构</th></tr>
<tr><td colspan="2">系统／子系统</td><td>功能算法 VHDL、电磁等性能描述</td><td>部件时序调度和资源分配关系框图</td><td>分机部件、整机机械尺寸线缆图</td></tr>
<tr><td rowspan="2">电路</td><td>RTL 电路</td><td>状态图、时序机等寄存器传输的 VHDL 描述；模拟仿真波形描述</td><td>宏单元功能块连接电原理图、EDIF 网表、热模型；数据流控制流结构时序</td><td rowspan="2">PCB（含 MCM、通用和专用芯片、晶体管、元器件、接插件、导线）的版图布局布线实体结构，如 Gerber 数据等</td></tr>
<tr><td>门和管级电路</td><td>布尔方程、真值表、电气微分方程等分析模型</td><td>门电路、触发器、晶体管级电路的 SPICE 等模型</td></tr>
</table>

（撰写：李玉山　审订：周志春　李怀霞）

changjixian gansheyi

**长基线干涉仪**　long baseline interferometer　基线长度在数十万个波长以上的干涉仪。干涉仪由一个发射装置和两个或两个以上的接收装置组成。彼此相距一定距离的各接收装置，接收来自同一目标（或装置）转发的信号，并测量该信号到达两个接收装置的相位差或时间差，再由相差或时差算出目标和基线的夹角或其夹角的余弦的系统。无线电长（中）基线干涉仪，测量元素是距离 $R$、距离差 $r_i$ 及其变化率 $\dot{R}$、$\dot{r}_i$，有 L 型（一主两副）和 Y 型（一主三副）两种布站形式，采用调制测距原理。基线长，其等效测角精度高，需建基线传输塔来完成主副站间标准频率和信息的传递。主要应用于导弹的精确定位和测速，卫星与飞船等航天器的定轨，飞机和舰船的导航等。

（撰写：李本立　审订：干基磊）

changshouming redianchi

**长寿命热电池**　long life thermal battery　通常指工作寿命大于 60 min，贮存寿命 15 年以上的热电池，如图所示。目前长寿命热电池的代表系列有钙／铬酸钙（$Ca/CaCrO_4$）DEB 型（美国 Sandia Lab. 开发的 28 V、3.5 A、60min 热电池），锂合金／二硫化铁片型（美国 Sandia Lab. 开发的 28 V、0.5 A、60 min 热电池）以及锂硅合金／二硫化钴（$LiSi/CoS_2$）片型长寿命热电池（美国 Naval Surface Warfare Center 开发的 600 W、4200 W 脉冲放电，工作寿命达 120 min 以上的热电池）。长寿命热电池关键技术是包括初始热设计最佳化、热稳定性高的正极选择（热电池工作在 400～600℃ 条件下），高效的绝热保温措施及高的电池密封度。长寿命热电池主要用作核弹头、远程导弹以及诱饵鱼雷、声呐浮标的电源。

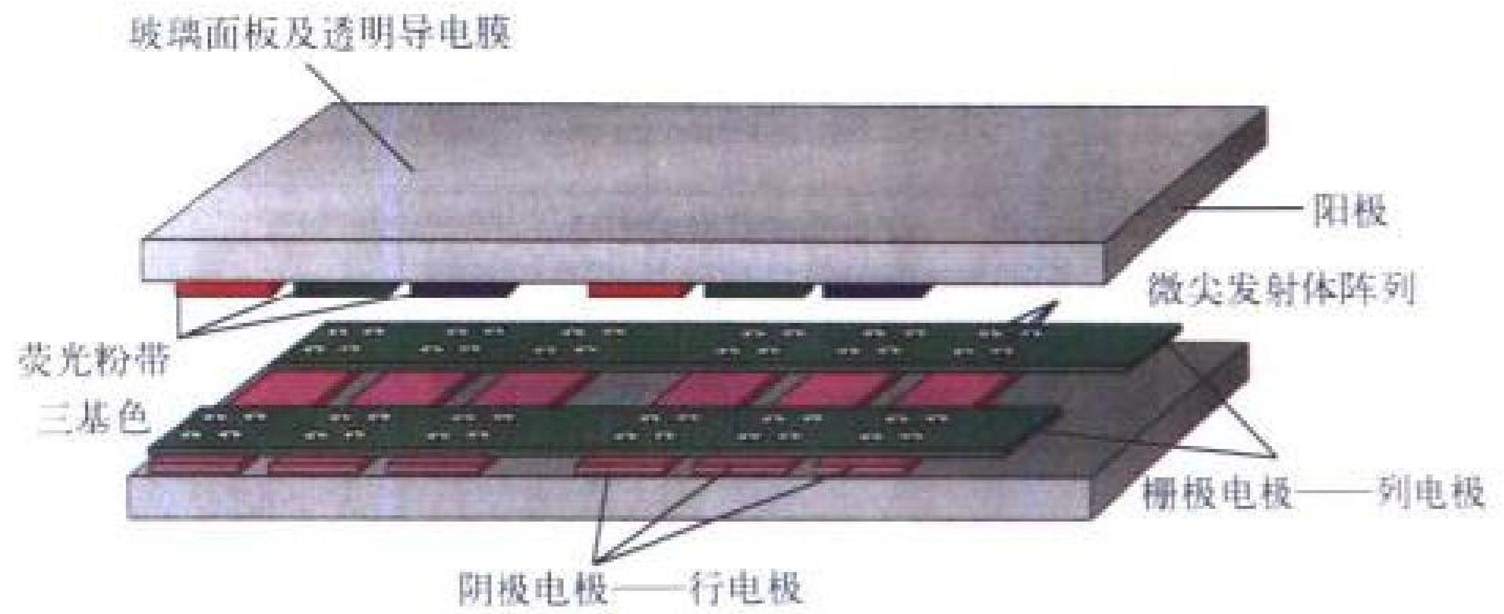


长寿命热电池

（撰写：宋海德　审订：汪继强）

changfashe xianshiqi

**场发射显示器**　field emission display (FED)　利用场致发射阵列阴极制作的一种平板显示器。它是将玻璃基片上的场致发射体阵列阴极和另一块涂有发光荧光粉的玻璃面板结合起来，用隔离子支撑两块玻璃板，抽真空后进行封装，构成 FED 平板显示器件，如图所示。它产生图像的原理与阴极射线管（CRT）相同，为电子撞击荧光粉发光，但画面质量和分辨率可做到优于 CRT。每个像素内有近 1000～2000 个微尖场发射体，大量微尖发射电流的统计平均，产生了很好的冗余度和均匀性。它的特点是：无预热延迟，响应速度快（小




典型 FED 原理结构图

于 20 μs)。主要用于仪器仪表的监视器、笔记本电脑显示屏、高清晰度壁挂电视、摄像机的取景器等民用产品和头盔显示器、炮瞄定位显示、雷达显示屏等军事用途，也可用于汽车工业及航空工业中的导航系统监视器。随着亚微米技术和纳米技术的发展，它的栅极电压可以降至几伏到十几伏，场发射显示器 (FED) 可以与 CMOS 驱动器寻址电路集成，或利用多栅技术构成智能型的 FED ($i$ - FED)。其他形式的 FED 还有表面传导电子发射 (SCEE) 原理的平板显示器、微场发射电子枪阵列混合型 FED (HyFED™)、利用隧道阵列阴极 MIM (金属/绝缘体/金属)和 MIS (金属/绝缘体/半导体) 的 FED、利用金刚石及碳纳米管薄膜制造的 FED 等。

(撰写：冯进军　审订：廖复疆)

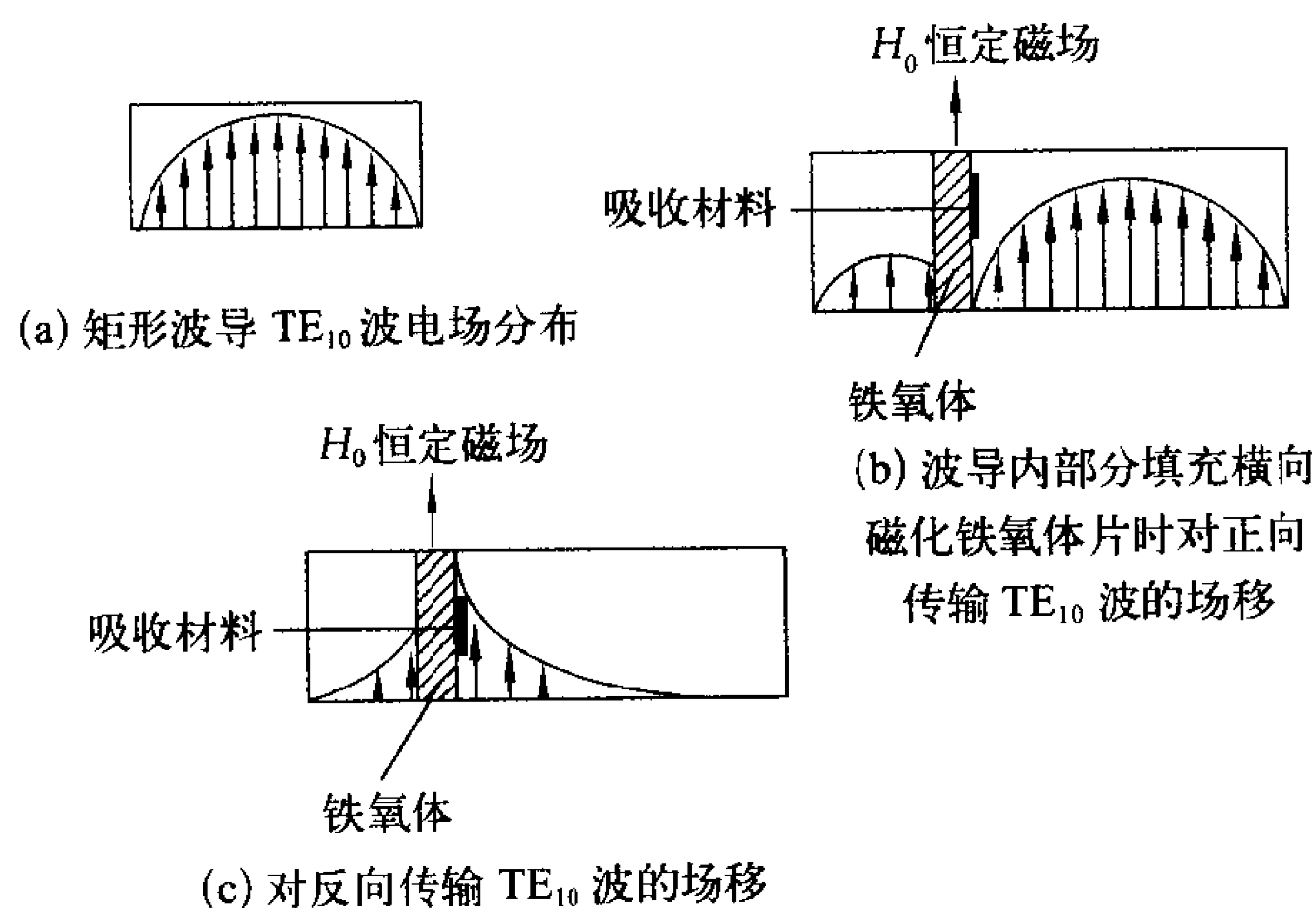
changfashe zhenlie fenbu fangdaqi

**场发射阵列分布放大器**　field emitters array distributed amplifier　在微波信号传输途径上放置一系列微型三极管，使电子与驻波之间持续互作用而使微波信号得到放大的一种器件。它由输出电路 (即屏蔽的闭合微带传输线，包括帘栅极和电子收集极)、输入电路 (即输入微带线，包括其上的场发射体阵列、栅极和帘栅极) 构成，帘栅极为输入和输出电路共用，以防止输出线到输入线的反馈。输入信号加在微带线上的场发射阵列的栅极上，电磁波沿微带线传播，输入信号在电子束上施加了微波调制，而调制电流又作为输出电路射频场的源，电子沿垂直于波传播方向向阳极漂移回收。当输入输出电路中的相速一致时，电子在向阳极运动过程中会受到加速场的作用，从而在电子束中提取功率。这种器件实质上属于行波放大器，它可以制造出小型化、宽带、高频、中小功率的微波放大器，应用于通信系统中。

(撰写：冯进军　审订：廖复疆)

changyishi geliqi

**场移式隔离器**　field-displacement isolator　利用磁性材料或介质所产生的场移效应制成的微波隔离器。含有微波铁氧体材料的传输线的横向磁化 (外加磁场垂直于传播方向)，与传输线中的电磁场分布和磁化方向及传播方向有关。利用这种现象制成的隔离器称为场移式隔离器 (见图)。波导场移式隔离器主要用在厘米波段，也可用在毫米波段。主要用在低驻波高隔离的精密微波测试系统中。



(a) 矩形波导 $TE_{10}$ 波电场分布

(b) 波导内部分填充横向磁化铁氧体片时对正向传输 $TE_{10}$ 波的场移

(c) 对反向传输 $TE_{10}$ 波的场移

场移式隔离器的工作原理

(撰写：李克文　万飞　审订：刘剑)

changzhi fashe

**场致发射**　field emission　物体表面受强电场作用而发射电子的现象称场致电子发射 (简称场致发射或冷发射)。场致发射有两类：(1) 外部强电场压抑物体的表面势垒，使势垒的最高点降低并使势垒的宽度变窄，导致隧道效应而产生电子发射(外场致发射)；(2) 内部电场使电子从金属基底进入介质层，并在介质层中得到加速而获得足够能量而产生电子发射 (内场致发射)。场致发射与热发射、次级电子发射、光电发射方式不同，物体中电子不需要外加能量就可逸出。实验和理论分析表明，场致发射的电流密度 $J_f$ 与外加电场强度 $E$ 的关系是

$$J_f = AE^2e^{-B/E}$$

式中 $A$、$B$ 是两个常数，与金属的逸出功有关。这一公式称为福勒—诺德罕发射方程。此方程说明，场致发射的电流密度是金属表面上的电场强度和逸出功的函数。电子束曝光机、电子显微镜等装置需要高亮度电子源，将钨丝加工成表面光滑的尖端，在强电场的作用下可获得高达 $10^7$ A/cm$^2$ 的发射电流密度，但这种尖端因离子轰击等原因而易于损坏，如果将尖端阴极加热变为“热”场致发射状态，则可较为稳定地工作。除钨以外，六硼化镧也是一种实用的场致发射材料。为了获得大电流，可将钨针排成阵列 (多尖端) 或采用刀口形式，形成场致发射阵列。这类阴极在 X 光管中发射电流可达千安。新近发展了一种低压场致发射阵列 (Spindt 阴极)，发射电流密度已达千安每平方厘米，在平板显示器、真空微波电子器件、传感器中已得到实际应用。

(撰写：陈其略　审订：廖复疆)

chaodao dianzixue

**超导电子学**　superconducting electronics　超导物理与电子技术相结合而形成的一门技术学科，主要研究物体处于超导状态下所具有的一系列效应的理论、技术和应用。20 世纪初，超导体的理想导电性 (零电阻现象) 和完全抗磁性 (迈斯纳效应) 的发现为超导电子学奠定了理论基础，直到 60 年代，超导隧道电流效应 (约瑟夫逊效应) 的发现和被实验所证实，以及其后大量基于约瑟夫逊效应的器件相继问世和广泛应用，超导电子学才逐渐形成和发展起来，成为电子学的一个重要分支。超导电子学目前尚处于研究发展阶段，但由于超导电子器件具有非超导常规电子器件无法比拟的灵敏度，检测电磁场能以极小的畸变传送高速电磁信号，并具有噪声低、响应快和频率范围宽等优点，因此在一些特别需要高性能的应用领域，尤其是在一些军事电子装备系统中，可能成为其他电子器件无法替代的关键性器件。可以预料，随着研究的深入和技术的发展，超导电子学的应用将越来越广泛，尤其是 1996 年高温超导材料的发现，对超导电子学应用领域的拓展将产生深远的影响。(撰写：邝心湖　审订：黄史坚)

chaodao hongwai tanceqi

**超导红外探测器**　superconducting infrared detector　利用超导材料制成的红外探测器。主要器件类型有测辐射热计和约瑟夫逊隧道结，主要目标是研制 100 K 或以上的高温超导红外探测器，如 Y-Ba-Cu-O、Tl-Ca-Ba-Cu-O 红外探测器。　(撰写：董培芝　审订：韩建忠)

chaodao jicheng dianlu

**超导集成电路**　superconducting integrated circuit　应用超导

材料和超导有源器件（如 SQUID、RSFQ 等）研制的集成电路。在超导温度下，理论上的超导器件和超导集成电路的功耗趋于零。与半导体器件相比，超导器件具有速度高、噪声小、功耗极低和工作频带宽等特点。可以制成超导高速 A/D 和高速 D/A 电路、超导高速移位寄存器、超导高速存储器、超导微波毫米波器件，如具有变频增益的超导单片混频接收前端，超导高速开关电路等。这些超导器件和集成电路具有十分广泛的应用前景。目前的主要目标是致力于提高超导材料的居里温度。如果居里温度达到 400 K，超导材料及其集成电路将对社会产生巨大影响。（撰写：曹春海　审订：邵凯）

chaodao liangzi ganshe qijian

**超导量子干涉器件** superconducting quantum interference device (SQUID)　含有一个或多个约瑟夫逊超导结的超导环中通过的磁通量是量子化的，约瑟夫逊结的超导临界电流对外加磁场十分敏感，受环路中外加磁场磁通量的调制，其调制周期为磁通量子，利用这种原理研制的器件称为超导量子干涉器件。为了提高约瑟夫逊效应测量磁场的灵敏度，通常设计两个约瑟夫逊结的超导环路，通过对两个约瑟夫逊结的并联环路的直流电流的变化量监测磁场，这种结构的器件称为双结 DC.SQUID。另一种是其超导环路中只含有一个约瑟夫逊结，使用射频电流源，称为单结 RF. SQUID。SQUID 的主要技术指标是磁场分辨率，分辨率越高，测量微弱磁场或磁场的变化量越精确。高温超导材料制备的 SQUID，因工作于液氮温区而备受重视，其磁场分辨率已达到低于 10 $fT/Hz^{1/2}$，与液氦工作的 SQUID 的磁场分辨率相当。超导量子干涉器件不仅用来测量弱磁场，还可测量磁场的梯度、二阶及高阶偏微商。超导量子干涉器件可用于反潜、导弹制导、雷达、电子对抗、探矿、地磁测量、通信以及医疗仪器等装备中。（撰写：曹春海　审订：邵凯）

chaodi fuban tianxian

**超低副瓣天线** ultralow sidelobe antenna　最大副瓣电平低于 −40 dB 的天线。研究和制造超低副瓣天线的技术，包括口径综合方法、公差分析、精密加工技术、用高精度的仪表设备进行近远场测试等。对于特殊形状的口径，需要选择合适的初始分布函数和正确的综合方法；将理论分析、计算机仿真和基础试验有机结合，进行可靠的理论设计。例如对阵列天线要进行包括互耦在内的 CAD 设计；严格控制口径幅、相分布误差，针对具体的天线形式进行严密的公差分析，列出与公差要求相适应的全部误差源，并根据相关范围与当前技术水平进行公差分配，确定合理的公差要求。选择稳定可靠的结构形式，进行合理的结构设计；在正确的工艺指导下，利用先进的设备进行精密加工、安装、检测和标校，必要时进行手工修整，严格控制静态和动态的公差要求；对口径场分布有准确的诊断和监测方法及设备，必要时采取有效的调整措施；研究与建造近场和/或远场测试方法、设备和场地，具备精确的测试仪表和设备。超低副瓣天线是机载脉冲多普勒雷达的“三高”技术之一，是反干扰、抗反辐射导弹的最有效的技术措施。我国已研制成功椭圆口径平板裂缝阵列超低副瓣天线，最大副瓣电平低于 −40 dB。（撰写：向广志　审订：林守远）

chaodipin tongxin

**超低频通信** superlow frequency communication (SLF communication)　利用 30～300 Hz（波长10000～1000 km）的无线电波进行的无线电通信。超低频主要靠电离层与地球表面形成的球形波导传播，其传播特点为：(1) 在大气中传播衰减很小，传播距离远；(2) 在海水中传播的衰减率很小，穿透海水深；(3) 在东西传播方向和西东传播方向呈现差别；(4) 受核爆炸引起的电磁脉冲干扰的影响较其他频段小。超低频通信主要是为了实现在包括核打击和核辐射的任何条件下，为国家指挥当局和海军提供生命力强的岸对潜通信及指挥能力，以保证对深潜状态的战略弹道导弹核潜艇实施有效的指挥。它是目前惟一现实可行的远距离大深度对潜通信手段。超低频通信的缺点是：其功率辐射效率非常低，发信台规模大；可用带宽窄，数据的传输速率很低。超低频通信另一间接重要作用是向深潜状态的潜艇发送振铃信号，使潜艇上浮到安全深度，利用放出的浮标天线，接收包括卫星通信在内的其他高速数据信号，以弥补超低频通信数据率低的不足。此外，超低频通信技术还可应用于地震预报、地矿探测等领域。（撰写：刘斌　审订：舒治安）

chaoduanbo tongxin

**超短波通信** very short wave communication　传送信息的载波频率在 30 MHz 以上（波长在 10 m 以下）的无线通信方式。习惯上又将载波频率在 1000 MHz 以上（波长在 30 cm 以下）的信息传输方式称为微波通信。超短波通信主要用于调频广播、电视广播、卫星通信、中继通信、移动通信、散射通信、遥测和遥控，用途非常广泛。由于频率高，使超短波通信具有如下优点：(1) 收发设备的通频带容易做得很宽，因而使一个载频携带的信息量大；(2) 容易用合理尺寸做出增益高、方向性强的天线以减小发射机功率；(3) 基本上不受天电和工业电干扰。由于超短波的传播特性使超短波通信的距离基本上限制在视距（即收发天线之间不受阻挡的视线距离）之内。当波长小于 5 cm 时，要考虑大气的雨、雾、雪造成对电波传播衰减的影响。（撰写：陈家模　审订：李建东）

chaoduan maichong jiguangqi

**超短脉冲激光器** ultrashort pulse laser　输出激光脉冲宽度达皮秒和飞秒量级的激光器。压缩激光脉冲宽度，提高峰值功率是激光器发展的一个重要方向。锁模技术可将激光脉冲宽度压缩至皮秒（ps）甚至飞秒（fs）量级。线性调频脉冲放大技术（CPA）为超短脉冲技术带来巨大突破，目前可实现脉冲宽度低于 5fs、峰值功率达 1300 TW 的超短脉冲。CPA 的技术路线为：(1) 将低能量短脉冲用脉宽展宽器展宽；(2) 对展宽的脉冲进行功率放大；(3) 将放大后的高能量激光脉冲进行脉宽压缩，压成脉宽极短、峰值功率极高的超短脉冲。根据傅里叶变换原理，展宽器和压缩器必须有很宽的带宽（如 5 fs 的脉冲要求带宽 200 nm 左右），放大介质也必须有相同宽度的带宽，且在整个带宽内响应均衡。Ti：$Al_2O_3$ 晶体可提供几乎接近理想的放大。超短脉冲激光器将为探索高场强下物质的性质，验证从天文物理学、广义相对论到量子机制等理论提供重要工具，它还有可能成为小型化的粒子加速器和核聚变实验装置。（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

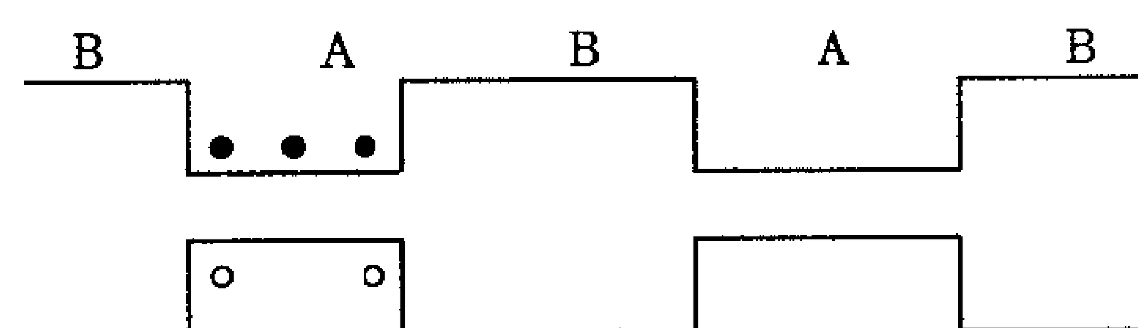
chaoji dianhuaxue dianrongqi

**超级电化学电容器** super electrochemical capacitor　又称超级电容器。利用电极的双电层电容或电极表面发生的二维欠电位沉积或氧化还原反应储能的装置。与一般电容器相比，它

显著地提高了比能量(可达 10 W · h/kg 以上);与蓄电池相比,虽然比能量较低,但能以超大电流脉冲放电,输出高比功率。超级电化学电容器目前有三种体系:(1) 由高比表面碳电极在硫酸或有机电解液中形成的双电层;(2) 由贵金属氧化物,如氧化钌电极上发生的氧化还原反应引起的假电容;(3) 由导电聚合物,其他无机化合物的嵌入反应引起的假电容。该体系可以使用液体电解质或聚合物固体电解质。超级电化学电容器的主要优点是:循环寿命长(可达 $10^5$ 次),输出比功率高,安全性好,耐过充、过放电,工作温度范围宽(−40~70℃)等。目前超级电化学电容器已用作舰艇、激光装置和电动车辆等的辅助或脉冲电源。(撰写:汪继强 审订:宋海德)

chaojingge cailiao

**超晶格材料** supper-lattice semiconductor materials 将两种组分不同的半导体薄层交替生长形成周期性结构的材料。层厚为数埃到数百埃,层数可为数十到数百层,根据需要人为设计。超晶格材料可分为两类:(1) 组分超晶格,由能带结构不同而晶格常数基本匹配的两种半导体周期性交替生长而成,每一次交替即为一个周期。由于 $E_g$ 不同,形成电子和空穴的势阱也不同(见图)。如势垒很薄,相邻势阱之间耦合




超晶格能带和量子阱

很强,这样的多层结构称为超晶格;反之,如势垒足够厚,相邻阱间耦合很小,各个阱可看作是孤立的势阱,则称为量子阱。(2) 应变超晶格,两种晶格常数不匹配的半导体薄层交替生长组成的周期性结构,只要失配在一定限度内(不大于7%),厚度不超过临界值,借弹性形变补偿晶格常数的差别,在界面亦不会产生位错或缺陷。这种材料如 GaInAs/GaAs、GaInAs/InP、SiGe/Si 等,因弹性变形影响其能带结构及载流子输运性质和光学特性。超晶格材料因其独特的光、电特性可制作激光器、光调制器及微波超高速器件等。该材料一般用分子束外延(MBE)、金属有机化学气相外延(MOCVD)等制备。 (撰写:华庆恒 审订:沈能珏)

chaokuandai leida

**超宽带雷达** ultra-wideband radar (UWBR) 发射和接收信号的瞬时带宽大于中心频率 25% 的雷达。常规雷达相对带宽一般小于中心频率的 10%。超宽带信号包括极窄脉冲(冲激脉冲)和宽脉冲(线性调频或相位编码)波形。超宽带信号已展示了其距离分辨率高、截获概率低、遥感和频谱共享等方面的潜在应用。通过对超宽带信号回波变化的分析,可以获取有关介质或反射体的信息。

(撰写:单荣光 审订:倪晋麟)

chaolianjie

**超链接** hyperlinks 因特网 3W 业务中超文本、超媒体服务用以查找和链接文本和信息单元的一种机制。在超文本中,文本的制作是按其内部联系被划分成不同层次、不同关系的信息单元,并通过专门的编辑工具组织成网形结构。超文本的这些相对独立的文本和信息单元,由一些“参考点”或“粘接点”来表示。这些“参考点”所形成的链接叫做超链接,或超文本链接,简称超链。由这些超链所构成的网络具有非线形的特点,是一种具有交互能力的“信息网”。用户利用这种超链,就不必按线形方式或结构去顺序地阅读每一文件,而可以按人类思维方式,以跳跃方式去组织、搜索和浏览因特网上的信息,从而提高了人们获取知识和信息的效率,同时也提高了信息的利用率。

(撰写:智少游 审订:汪思荣)

chaomeiti

**超媒体** hypermedia 超文本的扩展,它包括了图像、声音、视频以及其他类型的数据。超媒体将不同元素链接在一起,使用户能在它们之间方便地移动。多链接使附加的材料、资源和相关题目的访问变得容易。目前,大多数独立的交互式多媒体系统都使用超媒体技术来创建内部逻辑结构,以便大大提高交互能力。此外,很多联机手册、用户帮助以及 Web 服务器上的多媒体文档也使用超媒体结构。超媒体技术提供了用于综合表达信息的手段,是多媒体应用的有效技术。把超媒体技术与人工智能技术集成起来是超媒体系统发展的一个主要方向。

(撰写:张晓光 封亮 审订:瞿兆荣)

chaoshiju leida

**超视距雷达** over-the-horizon (OTH) radar 不受地球曲率的影响探测以雷达站为基准的水平视线高度以下的目标的雷达。狭义而言是指雷达发射和接收的电磁波以凹曲向下的路径,非直线传播的地面雷达。因此,雷达可探测到在距雷达距离 $R$ 处,距海平面高度 $h$ 小于 $R^2/D$ 的目标,$D$ 为符合直线传播电磁波情况的等效地球直径,约为 16800 km。通常超视距雷达所指的是工作于短波波段,或称高频(HF)波段的地波超视距雷达以及雷达辐射和接收的电磁波经过电离层折射路径传播的天波超视距雷达。利用海面上水蒸气密度随高度升高而减小,造成折射指数在垂直方向的变化而形成的“大气波导”,使微波波段电磁波能在有限高度沿地球表面曲率传播而工作的微波雷达,有时也称为微波超视距雷达。但由于“大气波导”现象不能全部时间稳定存在,且只适用于探测距海面高度很低的目标,故一般只称为超折射探测。在陆上,由于昼夜间地面与空气中温度变化的影响,靠近地面上空的空气,也会在垂直方向造成折射指数的梯度,导致雷达可在某段时间发生超折射探测现象。广义而言,在升空平台(如预警机、直升机、系留气球等)上面的雷达,虽辐射和接收的电磁波是按直线传播的,但其作用也属于超视距雷达范畴,视其完成的不同任务,常称为超视距探测或超视距目标指示。 (撰写:黄为倬 审订:张光义)

chaoshiju leida yujing xitong

**超视距雷达预警系统** over-the-horizon (OTH) radar warning system 美国用以对付战略轰炸机、巡航导弹和潜射弹道导弹的进攻,由超视距雷达(AN/FPS−118)所组成的预警系统。AN/FPS−118 为后向散射超视距(OTH−B)雷达,属于双基地系统,发射站发射 5~28 MHz 高频信号通过电离层反射作超视距传播,接收站与之相距约 160 km。该系统采用调频/连续波体制,因而消除了高峰值功率带来的各种问题。发射站由 12 个 100 kW 的发射机组成,发射天线长 1107 m,高 10.6 m。接收站天线长 1518 m,高 19.8 m。每对发射机/接

收机的探测距离为926～3333km，方位扇区为60°，并可根据需要用多对发射机/接收机组合成120°、180°、240°的扇区覆盖。两个台站的工作通过“罗兰C”远程辅助导航系统达到同步。其作战中心配有雷达操作控制台和28台VAX数据处理计算机。电离层探测器探测电离层的不断变化，以确定当时条件下哪个频率可以提供最佳性能，用计算机控制发射与接收构成实时自适应系统。AN/FPS－118有以下应用：⑴ AN/FPS－118雷达的超视距传播可以克服地球曲率的影响，对超声速飞机将有1.5 h预警时间，与空中预警指挥系统(AWACS)配合使用可以作大空域预警；⑵ 增强对低可探测性目标（如隐身目标）的探测能力，对于小型巡航导弹（长3～7 m），处于高频波的谐振区或瑞利区的高端，与光学区相比，雷达截面积(RCS)没有显著降低，甚至还会略大一些，因此AN/FPS－118雷达可探测长度7.3 m、飞行高度150 m的巡航导弹，最远探测距离约3000 km；⑶ 可增强对隐身飞机的探测能力，雷达吸波材料和其他隐身技术在高频波段且俯视的情况下影响很小，B－2隐身轰炸机的机身、机翼在此波段会产生谐振，使雷达截面积(RCS)增大；⑷ 在强地杂波和海杂波背景中能检测到舰船目标；⑸ 弹道导弹发射时会产生强大的喷焰，喷焰引起的等离子体对高频波的反射要比导弹本身反射产生的RCS值大很多，因此AN/FPS－118雷达可以观察到导弹从喷焰区到电离层扰动区300 km高空的回波。美国正在加紧研究下一代先进的超视距(AOTH)雷达，重点是先进的信号处理及电离层分析技术。计划于2005年完成全尺寸样机试验。前苏联曾部署了4部超视距雷达作为战略预警系统的组成部分，它们分别设在基辅附近、敖德萨附近的尼古拉耶夫、阿穆尔河（黑龙江）北岸共青城和海参崴附近的纳霍德卡地区。 （撰写：李兆芳　审订：刘　兴）

chaowenben

**超文本** hypertext　一种包含前后参照、交叉引用和相互链接的电子文本，是在动态索引基础上检索和表示信息的一种方式。超文本的链接和检索通常是非线性的和非顺序的，它为用户以跳越方式阅读文本文件提供了方便。超文本文档带有链，可以指向文档中的任一部分，也可以指向另一文档，用户可以不必按顺序阅读文本。阅读者通过一个交互式浏览器程序的帮助，能容易地经相关链接从一个文档转移到另一个文档或者该文档中的其他部分。Web服务器采用超文本标记语言(HTML)来建立Web页面，即在一个文本文件中插入一组标记，每一个独立标记的作用是描述链接并告诉浏览器如何显示文本。在HTML中，使用标记和“<”、“>”符号定界。目前最流行的标准是HTML 3.2。

（撰写：张晓先　朱培彦　审订：瞿兆荣）

chaowenben chuanshu xieyi

**超文本传输协议** hypertext transfer protocol (HTTP)　由因特网工程组(IEIF)制定，用于在万维网(WWW)上交换信息的一组规则，它定义Web浏览器和Web服务器（即HTTP服务器）之间的相互作用。HTTP是一个用于因特网上客户/服务器之间的传输协议，可用来访问HTTP服务器和交流超文本标记语言(HTML)的文档。用户在Web浏览器上输入一个URL，便可使其调用HTTP而与相应的服务器通信，服务器再通过HTTP将HTML文档发回给浏览器。HTTP建立的是一个无状态的链接，它适用于分布式、协同式的超媒体系统。HTTP的第一个版本是HTTP / 0.9，仅支持原始数据在互联网上的传递。HTTP / 1.0版本由RFC 1945定义，允许以类似电子邮件扩充协议(MIME)的信息格式，把二进制文件附加在信件上一起发送。但HTTP / 1.0没有充分考虑代理人的层次、高速缓冲、保留链接的需要和虚拟主机。HTTP /1.1在保证特征的可信度方面比HTTP / 1.0更进一步。自1990年在万维网上被使用以来，HTTP已成为目前在万维网上使用最频繁的协议。 （撰写：邵培南　朱培彦　审订：瞿兆荣）

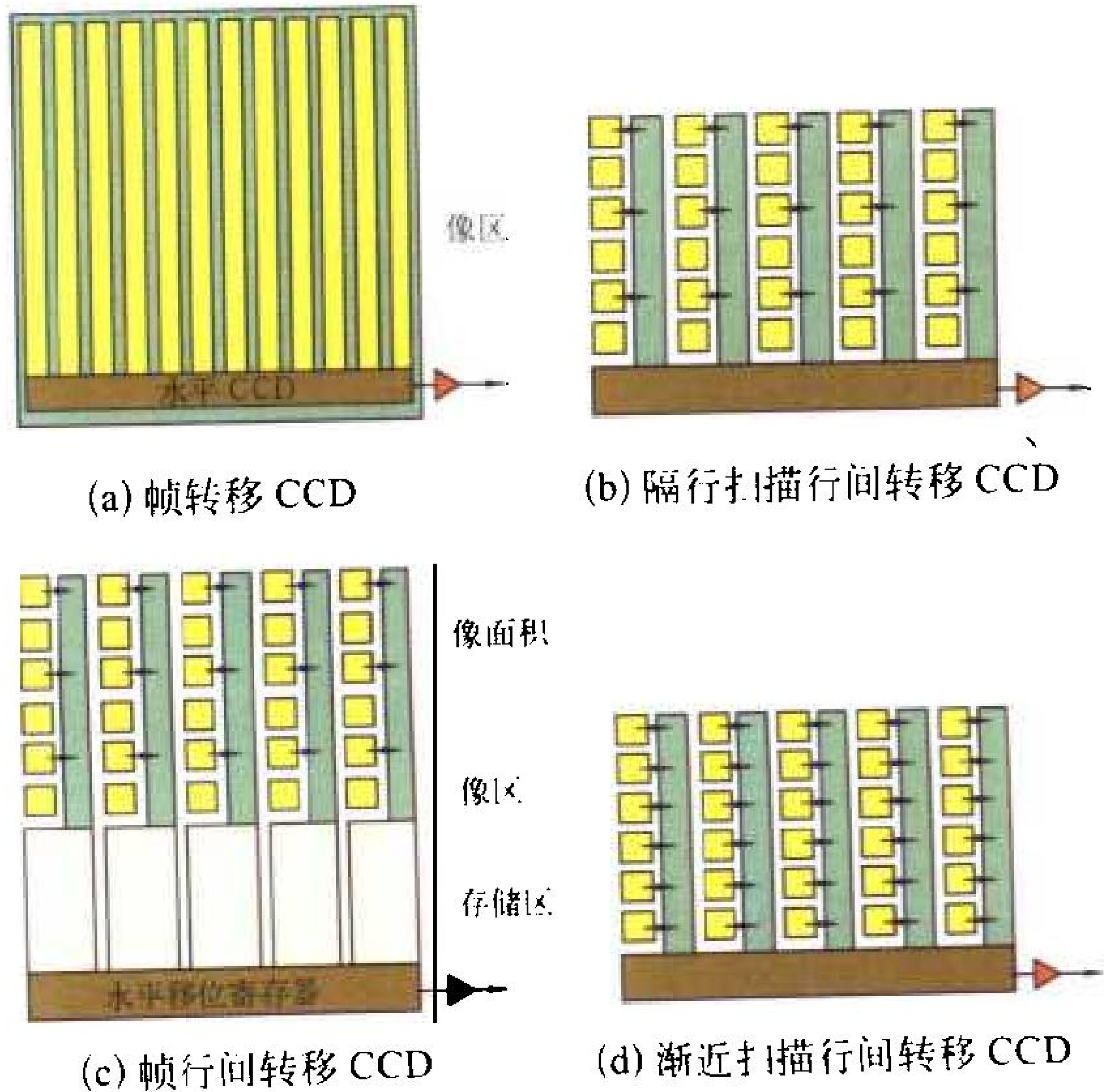
chezai dianzi zhuangbei

**车载电子装备** vehicular electronics equipment　装在坦克、装甲车、指挥车内的各种电子装备与系统的总称。主要用于探测和跟踪敌方目标、实施对敌攻击的报警和对抗、车内外的通信联络、指挥和武器系统的控制，以及在夜战和核生化环境下作战。这些电子装备包括前视红外探测器、激光测距仪、热成像摄像机、地面目标激光指示器、热像仪、微光夜视仪、微光电视、防核生化探测器、激光告警/雷达/导弹告警接收机、由诱饵/激光或红外干扰机组成的软杀伤防护系统、由雷达和对抗性弹药组成的硬杀伤防护系统、指挥系统（计算机）、通信系统、敌我识别系统、温度调节系统、综合显示系统、导航/定位系统、火控系统等。数字化和集成化是车载电子装备的主要发展方向。数字化和集成化的车载电子装备能同时自动监视和跟踪多个目标；具有目标识别、优先排序、武器控制等功能；能对车内、传感器、通信系统、对抗系统、武器系统等进行控制；通过战术互联网可实现车、机（直升机）、炮三种主要武器平台和徒步士兵的互联，提高官兵的态势感知能力和协同作战能力。

（撰写：崔德勋　审订：黄史坚）

chengxiang dianhe ouhe qijian

**成像电荷耦合器件** imaging charge coupled device (ICCD)　采用CCD作光敏器件或读出电路的成像传感器。按响应波段可分为紫外像增强CCD、可见光成像CCD和红外成像CCD；按结构分成线列、延时积分(TDI)成像CCD和面阵成像CCD。CCD面阵有帧转移CCD、帧行间转移CCD、隔行扫描行间转移CCD和渐进扫描行间转移CCD等四种（见图）。光敏探测器可采用光电二极管、MOS电容器或光电导



(a) 帧转移CCD　(b) 隔行扫描行间转移CCD
(c) 帧行间转移CCD　(d) 渐近扫描行间转移CCD

CCD结构图

探测器。ICCD 可应用于夜视、监视、成像、计算机制图、高清晰度(闭路)电视和多媒体。

(撰写：董培芝 审订：韩建忠)

chengxiang leida

**成像雷达** imaging radar 一种高分辨率雷达，它能区分单个及靠得很近的多个散射体，提供照射区内散射体的二维(距离、横向距离)或三维图像。雷达成像包括实孔径成像和合成孔径成像，单基地雷达成像和多基地雷达成像。雷达成像与光学成像相比，不受云层覆盖和太阳照射的限制。成像雷达测量的灵敏度与成像区域的某些物理特性有关，涉及表面粗糙度、结构、介质常数、运动等因素。成像雷达的应用领域包括：植被类型、森林火灾、土壤湿度、积雪覆盖、热带风暴、轮船交通监视、油膜的检测、海流速度测量、海冰的运动、地质构造、火山喷发、地形地貌、城市规划、土地使用、自然灾害、考古研究等；在军事上可用于战场侦察和地形测绘。 (撰写：单荣光 审订：倪晋麟)

chengyuwang

**城域网** metropolis area network (MAN) 在一个比园区更大的范围或城市及周围地区内，以高速(通常为数百兆比特每秒或者吉比特每秒的速率)传输链路连接的物理网络。以光纤为主要传输媒体，使用分布式队列双总线(DQDB)访问控制方式，具有高数据传输速率，传输距离达到 80 km 的城域网在 1992 年 2 月被 IEEE 定为城域网的标准 IEEE 802.6。城域网是城市通信的主干网，它充当不同的局域网之间通信的桥梁，并向外联入广域网。城域网提供高速综合业务服务。一般采用简单、规则的网络拓扑结构和有效的媒体访问方法，避免复杂的路由选择和流量控制，以达到高传输率和低差错率。城域网还允许灵活的网络结构和站点增减。较典型的城域网有以下几种：光纤分布式数据接口(FDDI)、曼哈顿街道网、混洗交换网、分布式队列双总线以及异步传输模式(ATM)网。城域网是一种基本的 LATA(本地访问和传输区域)服务，其呼叫局限于本地而不是长途，其服务区域可覆盖数百平方公里，主要用于：(1) 局域网互联，并能通过计算机中心网关与 WAN、ISDN 或其他专用计算机网互联；(2) 宽带多媒体通信；(3) 影视、文本和图像数据库的快速检索；(4) 视频会议；(5) PBX 互联；(6) 高分辨图形的成组传送。

(撰写：吴荣泉 吴丽平 审订：瞿兆荣)

chengfaqi

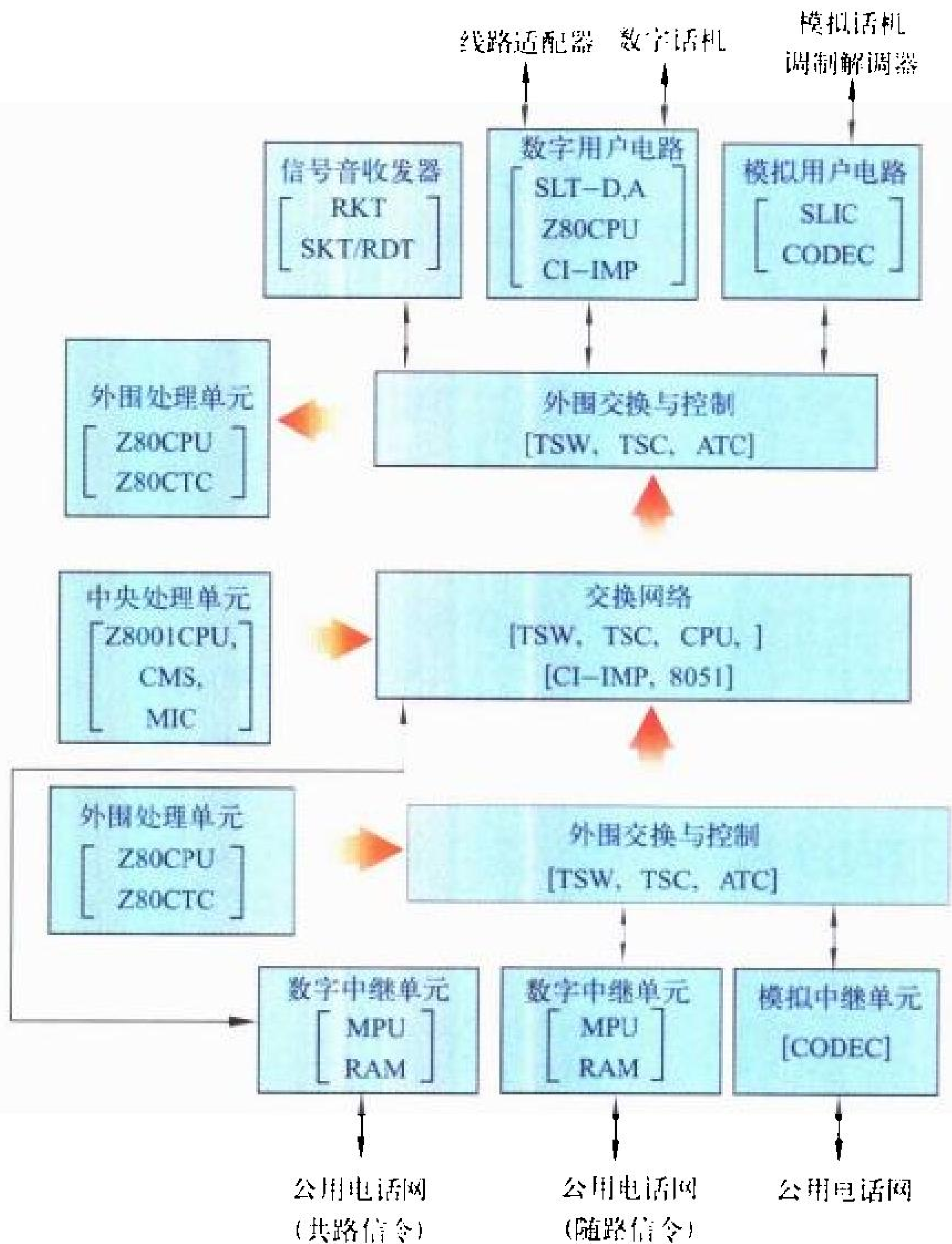
**乘法器** multiplier 乘法是数字信号处理的主要算法之一，乘法器是对两个数进行求积运算的运算电路。早期的乘法器由加法器、移位寄存器和计数器构成，采用移位累加实现乘法运算，这种乘法器需要许多指令周期完成，求积速度慢。后来出现了经过改进和发展的求积技术方案。如采用多位扫描技术、乘数再编码技术等，从而大大减少完成对两个数求积运算的加法操作次数，速度加快；通过保留进位加法器阵列，从而减少了加法器进位传播的延迟；采用末级并行组合求和加法器，提高速度；在加法器阵列与末级并行加法器之间插入中间结果寄存器，形成流水线结构，进一步缩短运算时间。随着大规模集成电路的发展，出现了各种高速并行乘法器模块或阵列乘法器以及专用的乘法器。高速的专用硬件乘法器的速度对数字信号处理器的运算速度起决定作用。乘法器广泛应用于数字滤波、相关、快速傅里叶变换(FFT)等数字信号处理的运算。 (撰写：莫火石 审订：林金庭)

chengkong jiaohuan

**程控交换** stored program control (SPC) switch 以存储程序控制方式进行电话或信号的交换。程控交换采用计算机作为控制设备，由计算机中存储的程序，也就是由软件来控制交换接续工作。电话的发明产生电话交换的概念。最初是人工交换，后来发展为自动交换。自动交换从步进制交换、纵横制交换发展到程控交换。程控交换按接续方式，可分为两种类型：空分交换和时分交换。空分交换是采用空间分隔方式，从入口到出口使用独立的实际通道的交换；时分交换采用时间分隔方式，通过至少包含一个时隙转移的时分复用信号的交换。时分交换按调制方式，又可分为脉码调制(PCM)、增量调制、脉幅调制(PAM)三种，最常用的为第一种。程控交换按交换的信号类型，也可分为模拟交换和数字交换两种类型。模拟交换适用于模拟信号的交换；数字交换适用于数字信号的交换。入口如是模拟信号，需先转换为数字信号再进行数字交换。进行程控交换的设备称为程控交换机。它主要用于各电信局、专网交换局及各大厂矿、机关、学校、宾馆作为电话交换使用，在现代军事通信网中也得到广泛应用。 (撰写：顾建新 审订：李振邦)

chengkong jiaohuanji zhuanyong dianlu

**程控交换机专用电路** ASICS for stored program control switch 专为程控交换机各功能单元设计生产的集成电路。目前程控交换机除控制单元多选用中央处理器和存储器等通用集成电路外，其余单元普遍采用专用集成电路，以保护知识产权、体现整机特色。数字程控交换机的系统框图如图所示。由图可见该系统大量使用了公开销售或厂家定制的专用




数字程控交换机系统框图

集成电路，如用户线接口电路(SLIC)、PCM 编解码与滤波器(CODEC)、用户线终接器(SLT)、时分交换器(TSW)、时

分交换控制器(TSC)、拨号音接收器(RDT)、键音发送接收器(SKT及RKT)等。其中SLIC和TSW是两个关键电路。以上电路多采用Si双极工艺或CMOS工艺制作。

(撰写：李涵秋　审订：林金庭)

chengxu sheji fangfa

**程序设计方法** programming method　开发软件的方法，它包括自顶向下程序设计方法和自底向上程序设计方法。前者强调开发过程是由问题到解答、由总体到局部、由一般到具体。后者从系统实现的最基础部分着手，由简单到复杂，逐层向上构造，直到最后得到所要的软件系统。自顶向下程序设计方法提供了从高层次(问题定义)到低层次(编程实现)的分层分解的决策策略和决策方法，并在具体的开发方法中给出相应的描述工具和设计步骤，体现了逐步求精和信息隐藏的原则。逐步求精即从最能直接反映问题的基本概念和总体结构出发，逐步精化、具体化、补足细节，直到成为可在计算机上运行的程序；信息隐藏是指在精化的每一层上，把其组成部分的详细内容隐藏起来，留给下层来设计。所以逐步求精使得软件具有较好的层次结构。在自底向上程序设计中，先实现最基本的子程序、函数，在此基础上构造出功能更强的函数。每一个新的子程序，或者直接实现，或者调用已经实现的(比它更低层的)子程序来实现，直到最后实现整个系统。相应的测试工作可以是自底向上的，或边设计边测试，即对设计好的功能、部件、子程序，立即着手测试。这样，开发者手中随时总是有可信赖的半成品。两种程序设计方法也可以互相结合，例如用自顶向下方法设计，而用自底向上方法实现。　(撰写：张晓先　审订：瞿兆荣)

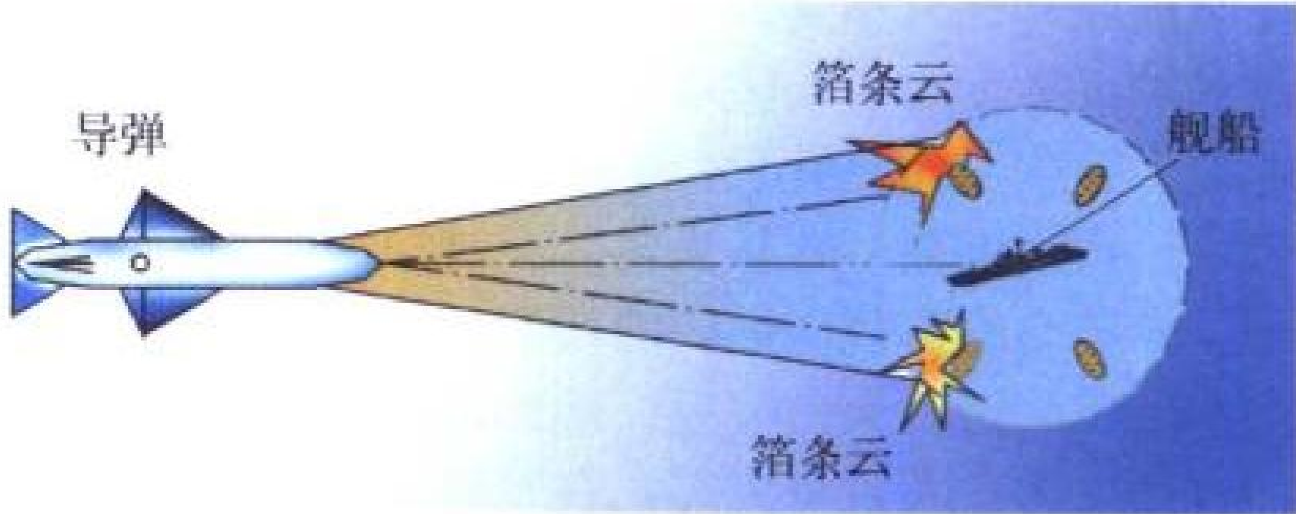
chengxu sheji yuyan

**程序设计语言** programming language　用于编写计算机程序的形式语言。典型的程序设计语言包含语法和语义两方面，语法表示构成语言的各类记号的组合规则，但不涉及这些记号的特定含义，也不涉及使用者。语义表示各语言成分的含义。程序设计语言按语言级别有低级语言和高级语言之分。低级语言接近于机器代码，包括机器语言和汇编语言。机器语言是表示成数码形式的机器基本指令集，或者是操作码经过符号化的基本指令集。汇编语言是机器语言中地址部分符号化的结果，通常应用于编写大型软件系统的核心部分程序，或应用于编写实时性要求高的程序部分。高级语言的表示方法更接近于自然语言，在一定程度上与具体机器无关。高级语言有两类：面向过程语言和非过程性语言。(1)面向过程语言，编程者注重算法的逻辑和过程的描述，指明计算机“如何做”，著名的有ALGOL、FORTRAN、LISP和PASCAL等；(2)非过程性语言，也称第四代语言，编程者只须向计算机指明应该“做什么”，无须说明“如何做”。它是类自然语言结构与数据库集成，以数据为主，能支持对大型数据库进行高效处理，为存储、操纵和检索信息提供了较为有力的工具。非过程语言，目前多达数百种，大致可分为：简单查询语言、复杂查询语言、更新语言和报表的生成器、图形语言、决策支持语言、应用生成器、规格说明语言和参数化应用软件包等。20世纪80年代之后，程序设计语言的研究已不再停留在单个语言上，而是试图为用户提供灵活的编写应用的方法，面向对象语言，如C⁺⁺、Smalltalk等成为主流语言。随着分布式计算、因特网和嵌入式系统的发展，对编程语言研究注入了新的概念，如面向全局计算、协同工作、并行处理、容错和安全保密等。

(撰写：张晓先　审订：瞿兆荣)

chongdanshi ganrao

**冲淡式干扰** weakening jamming　在末制导系统开机前，围绕真目标施放多个假目标，冲淡敌人攻击的注意力，从而降低敌人攻击真目标概率的一种干扰方式。冲淡式干扰常用于对付导弹末制导系统。当舰载侦察和低空快速防御系统发现敌方发射导弹时，在敌导弹末制导雷达开机前，发射数发箔




冲淡式干扰示意图

条干扰火箭，在舰船周围形成多个雷达假目标，使导弹末制导雷达开机搜索目标时首先捕捉到假目标，降低舰船被导弹末制导雷达捕捉的概率(见图)。冲淡式干扰的要点是要在末制导雷达打开之前形成假目标；假目标应位于末制导雷达方位分辨力之外、搜索范围之内。(撰写：孙静　审订：孔令春)

chongji leida

**冲击雷达** impulse radar　发射信号为无载波极窄脉冲的一种雷达，又称无载波雷达。它的脉冲宽度一般为0.1~1 ns，无载波调制，频谱范围可达数吉兆赫，带宽可达倍频程以上，是一种超宽带雷达。冲击雷达具有极高的距离分辨率，采用合成孔径的工作方式可以对目标成像。利用接收到的后向散射波与发射信号进行逆卷积，可以得到目标的冲击响应，从而进行目标识别。由于冲击雷达具有极宽的频带及较好的电磁波穿透特性，已经被用于地下物体的勘探、树丛或掩体后目标的探测等方面。冲击雷达对目标表面涂覆雷达吸波材料和边缘修正等隐身手段都有较好的发现能力，曾有人研究将其用于对现代隐身目标的探测。目前冲击雷达的研究还处于可行性验证和发展论证阶段，它的实现还包含几个技术难点，即大功率冲击脉冲的产生、高增益高效率的天线设计和电磁兼容性问题，作用距离很近，这些都限制了冲击雷达的实际应用。　(撰写：孙泓波　审订：刘国岁)

chongfang

**重放** replay　又称重用、重播。攻击者为了达到假冒合法用户入侵网络的目的，监视并截获合法用户与网络之间鉴别用户身份真实性的协议信息，事后向网络原封不动地传送截获到的信息。这是一种主动攻击行为。为了对抗这种攻击行为，关键在于使这些协议信息都是一次性的。一种方法是在协议信息中加上时间标记，但这要求系统时钟严格同步；另一种方法是由鉴别方每次都产生一个随机数送给声称方(用户)，要求该用户将此随机数与别的身份信息结合到一起加密后传送给鉴别方。鉴别方除鉴别用户的身份信息外，还要将解密后的随机数与送出的随机数进行比较。只有相同，鉴别方才认可这次鉴别。　(撰写：龚奇敏　审订：黄月江)

chusu celiang leida

**初速测量雷达** muzzle velocity measurement radar　测量弹

丸出炮口时刻的速度的技术设施。用于武器研制、定型试验和部队作战中修正射击参数。弹丸初速测量由于受炮口烟和焰的影响，很难直接测量。通常测量弹丸出炮口后一段距离的速度值，利用外推法反推到炮口时刻的速度。初速测量雷达的体积小、重量轻、价格便宜，可以安装于自行火炮和舰炮上，与火控系统的计算机组成闭环系统，实时修正射击诸元，以提高火炮威力。

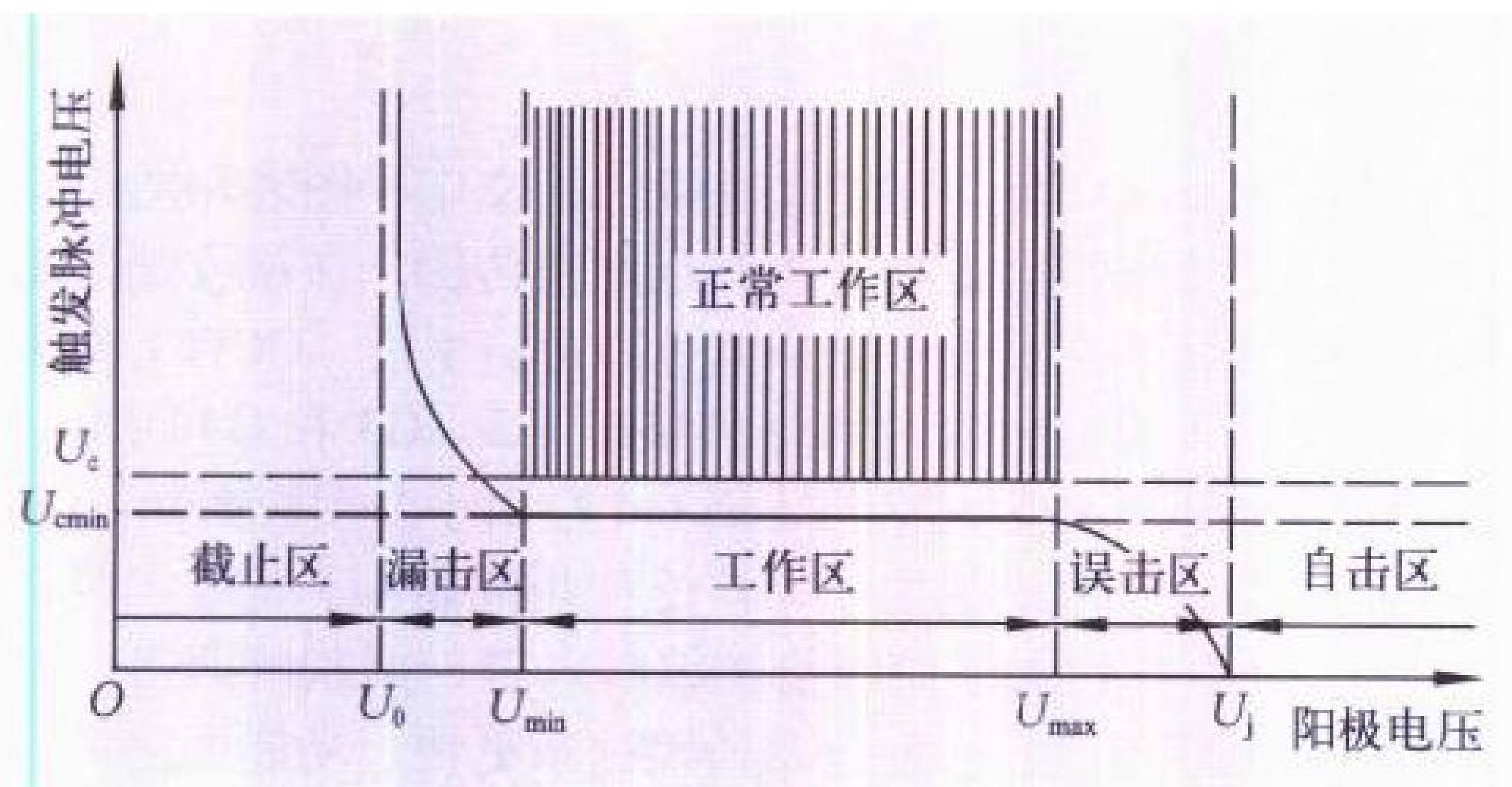
（撰写：陈旸　审订：张军　孙鉴）

chubeishi yinji

**储备式阴极** reservoir cathode, dispenser cathode　由钨海绵体（或合金海绵体）以及海绵体中的活性发射物质组成的阴极。钨海绵体是由钨粉压制烧结而成的多孔性金属骨架，是良好的导体，同时又是活性发射物质的储存室；活性发射物质通常为铝酸盐、钨酸盐、钪酸盐等，相应地浸渍（或添加）了上述发射物质的阴极，分别被称作铝酸盐阴极、钨酸盐阴极、钪酸盐阴极。与普通氧化物阴极相比，储备式阴极具有连续波状态下支取大电流密度的能力，耐离子轰击能力强、抗中毒性能好，放气少，寿命长。早期的L阴极、储备式氧化物阴极以及当前流行的M阴极、孔度可控扩散阴极、混合基阴极等均属此类。　（撰写：李季　审订：廖复疆）

chufaguan

**触发管** trigger tube or triggered spark gap　又称触发火花间隙。利用脉冲火花放电原理制成的冷阴极（气体放电）开关器件。典型的是充气触发管。外壳为陶瓷金属密封结构，内置阴极、阳极和触发极。阴极和阳极又称相邻极或相对极，统称主电极。两者间的间隙称主间隙，阴极和触发极之间的间隙称触发间隙，触发间隙中有陶瓷绝缘子。Pd值位于帕邢曲线右支，放电粒子平均自由程远小于极间距离，粒子碰撞倍增过程是击穿的主要机理。工作时主间隙先加高电压，触发极加脉冲电压时触发间隙击穿，随之主间隙击穿，并输出高速电脉冲。它结构简单，无预热时间，体小质轻，任意安装，可在极严酷的环境中工作，工作电压和电流范围很宽、延迟时间短，上升快，可串、并联使用，是高速大能量转换开关。绝缘电阻不小于100 MΩ，导通电阻不大于数十毫欧，弧压降50～150 V，自身电感10～40 nH。工作特性又称变换特性（见图）。截止区和自击区中根本不能工作，漏击区会出现




触发管变换特性（工作区根据用户要求可以调节）

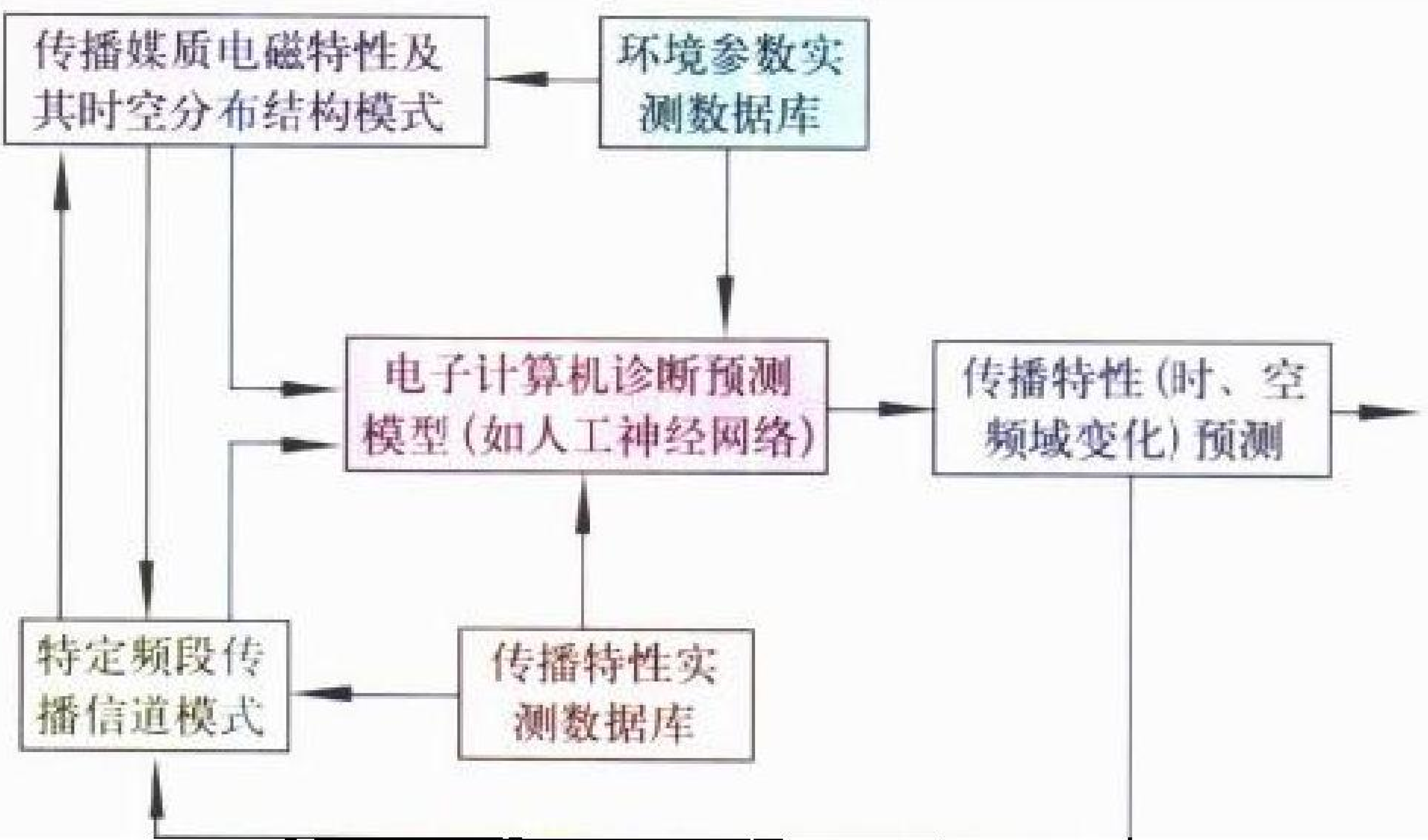
失误，误击区会出现失控，工作区方可正常工作。有四种常用极性组合（即工作模式），可用热、光、电、磁等方式触发。有充气触发管、真空触发管、光触发管、四极触发管等。用于引爆、电光调Q开关、闪光灯触发、高压脉冲形成、撬棒保护、医疗器械等。　（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

chufaqi

**触发器** flip-flop　一种双稳态集成电路。有一个或多个输入端和两个输出端，主要特点是有两个相反的稳定状态，分别表示二进制数“1”和“0”。在外加输入脉冲触发下，可从一个稳定状态转换到另一个稳定状态。触发器是数字电路中一种基本逻辑电路，它除了像锁存器那样具有记忆功能外，还可以构成计数、移位等功能。触发器按逻辑功能可分为J-K型和D型两大类。按电路结构形式可分为主从触发器、维持阻塞触发器等。　（撰写：景佩苏　审订：金毓铨）

chuanbo xindao texing yuce yu wucha xiuzheng

**传播信道特性预测与误差修正** propagation channel characteristics prediction and error correction　电波传播是所有无线电收发系统之间均存在的信息传输过程。一定频率和极化的电波与特定媒质相作用而形成的信道，其传播特性的时空变化主要取决于媒质的时空特性。传播信道特性参数（诸如衰减率与路径传输损耗、信号幅度与相位的快慢变化及其统计分布，信号在时、空、频域的相关特性，以及媒质中的反射、折射、散射等特性）的预测，是系统总体论证与设计的一项重要基础工作，同时，某些系统在运行中还要求提供实时的传播预测与误差修正。当精度要求不高时，可采用统计平均模型对可简单调整的参数进行预测修正；在精度要求很高时，需在各种平均模型的基础上，利用实测诊断的模型参数进行近于实时的预测修正。传播信道诊断与特性预测流程如图所示。




传播信道诊断和特性预测流程

（撰写：熊皓　审订：童志鹏）

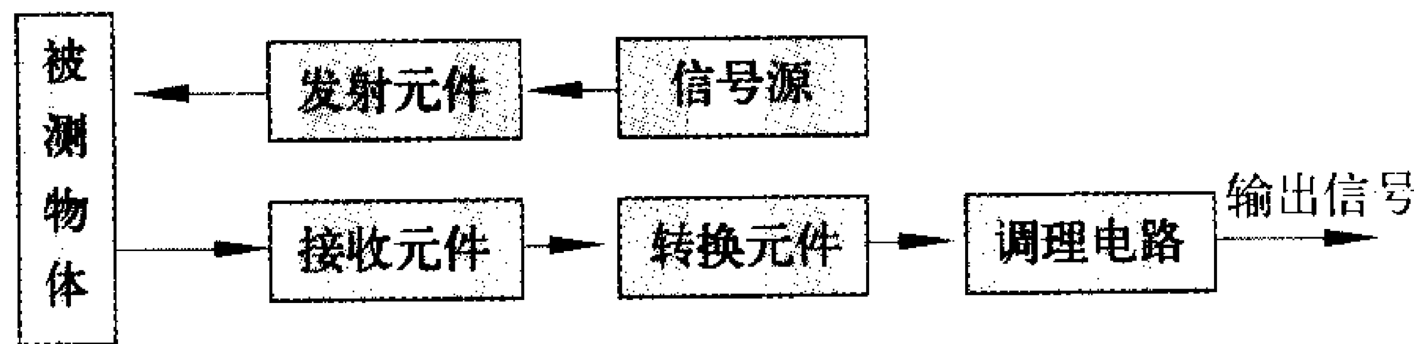
chuanganqi

**传感器** transducer, sensor　能感受规定被测量、并按照一定的规律将被测量转换成可用输出信号的检测器件或装置。传感器通常由能直接感受（或响应）被测量的敏感元器件和能将敏感元器件感受的被测量值转换成适于传输和测量的电信号的转换元件所构成。传感器可用来检测非电量或电量，为测控系统提供被监测对象的状态参数。传感器按工作方式可分成有源传感器和无源传感器两大类（见图）。有源传感器的工作方式是通过传感器发射出探测目标参数所需要的信号，根据目标的反射或吸收来判断对象的状态参数。无源传感器本身不向外界或目标发出信号，其工作方式是通过测量被测对象具有的某种信息来判断对象的状态参数。根据被测参数的性质可将传感器分成物理量传感器、化学量传感器和生物量传感器。物理量传感器主要包括光、磁、电、热、湿、声和各种机械量等传感器；化学量传感器包括各种气体、酸、

碱、各种离子传感器；生物传感器主要包括各种酶传感器、生化检验传感器、细菌传感器、DNA 检测传感器等。




(a) 无源传感器




(b) 有源传感器

传感器框图

(撰写：范茂军　审订：胡爱民)

chuanshu guangxian

**传输光纤**　transmission optical fiber　又称通信光纤。作长距离光波信号传输用的光导纤维，主要用于通信工程。表征其主要特性的参数为：(1) 传输模式。只允许传输一种模式光波的光纤为单模光纤；可传输多种模式光波的光纤称为多模光纤。(2) 传输损耗。包括吸收损耗及散射损耗。对不同波长的光，其损耗亦不相同，其中 0.85 μm、1.3 μm和 1.55 μm 为光纤的三个低损耗窗口，其中 1.55 μm 波长时的传输损耗为 0.2dB/km。(3) 色散。由材料色散、波导色散和模式色散三部分组成，单模光纤不存在模式色散，故其色散较小。性能优良的传输光纤要求损耗低、色散小。目前传输光纤中继距离已超过 100 km，在长途干线及海底光缆中被大量采用。

(撰写：华庆恒　审订：沈能珏)

chuansong hulian xieyitao

**传送/互联协议套**　TCP/IP protocol suite　因特网上计算机实现资源共享的一组通信协议，因协议套中的两个重要协议（传送控制协议 TCP 和网际互联协议 IP 的英文缩写字头）而得名。协议套包含了数十种重要的协议，随着网络和信息应用的发展，还将不断有新协议加入进来。协议套按照分层体系加以组织，其中最重要的是第三层的 IP，第四层面向连接的 TCP 和无连接的用户数据报协议 (UDP)。高层应用协议（第五层）包括传统的文件传送协议 (FTP)、远程登录协议 (TELNET)、电子邮件协议 (E-mail)，以及后来出现的影响很大的 Web 应用的超文本传送协议 (HTTP) 等。还有不少协议是大型公司和研究机构自行开发的，它们使用了 TCP/IP 协议，又在网上被广泛采用，所以事实上也成为 TCP/IP 协议套的组成部分，例如网络文件系统、远程打印、远程过程调用、名字服务器、终端服务器等。对于 OSI-RM 中的数据链路层和物理层（第二、第一层），TCP/IP 并不提供任何协议，由网络接口协议所取代。网络接口协议把任何有能力传送分组的通信系统都看作网络，从而实现了网络互联技术的简化。TCP/IP 协议套获得了广泛的使用。目前，正从体系结构提高传送能力和业务流工程入手，解决实时业务的服务质量问题。

(撰写：汪恩荣　审订：智少游)

chuansongwang

**传送网**　transport network　完成将通信信息从一个点传递到另一些点的功能和手段。传送网主要指逻辑功能意义上的网络。传送网从功能上一般可分为三层，从下到上依次为物理媒质层、通道层和电路层。物理媒质层与传输媒质（光缆或无线）有关，涉及段层接入点间的信息传递并支持一个或多个通道层网络，它为通道层网络节点（例如 SDH 网络中的数字交叉连接设备）提供合适的通道容量。该层主要面向跨越线路系统的点到点传送。通道层网络（其连接点可包含交叉连接功能）为电路层网络节点（如交换机）提供透明的通道（即电路群）并支持一个或多个电路层网络。电路层网络（其连接点可包含交换功能）涉及到电路层接入点之间的信息传递并直接为用户提供通信业务。该层网络是面向公用交换业务的，诸如电路交换业务、分组交换业务、租用线业务和 B-ISDN 虚通路等。目前常见的物理媒质网络是由点到点光缆构成的光纤网络，典型的通道层技术有同步数字系列 (SDH) 和虚通道技术，常见的电路层技术有 ATM（异步转移模式）中的虚通路技术。

(撰写：王　烨　审订：李振邦)

chuantong mima tizhi

**传统密码体制**　classical cryptosystem　由 W.Diffie 和 M.Hellman 于 1976 年提出公开密钥密码体制的新概念之前普遍采用的密码体制，即对称密钥密码体制。传统密码体制也包括在密码技术发展初期使用过的一些古典密码体制。这些密码体制大多采用手工操作，以密码表或密码本作为密钥载体，效率低，极易被破译，如单表代替密码、多表代替密码、置换密码等。随着电子技术的发展，传统密码更多地采用了以电子方式处理的序列密码和分组密码，这些密码体制的密码周期和密钥量可达天文数字，密钥以电子方式存储、算法以逻辑电路实现，其实时性和保密强度都大为提高，更适合于自动化程度高的信息网络使用。

(撰写：穆良知　审订：黄月江)

chuanxiang guangxianshu

**传像光纤束**　image-transferring fiber bundle　由一束柔性光学纤维组成的传像元件。其两端面中的纤维头一一对应、紧密排列，并被抛光成镜面。各光纤截面分别对应一个像元，对图像的分辨率由光纤分布的密度决定。传像束的优点是可以任意弯曲，其传光效率高，能经受机械振动并可使传送系统小型化等。其传递的图像还可以通过光电耦合装置输入计算机处理和存储。传像束广泛用于工业内窥镜和医用内窥镜。

(撰写：吴永生　审订：梅遂生)

chuanzhen

**传真**　facsimile (fax)　对记录在纸上的文字、图表和图像等信息通过扫描转换为电信号进行远距离传输，在接收端以硬拷贝的形式将信息重现在记录纸上的通信手段。CCITT 将传真机按传送一页文件的时间分为 G1、G2、G3 和 G4 四类。前三类主要用于公用电话网，而 G4 则用于公用数据网。G1 和 G2 现在已经很少使用了，广泛使用的是 G3 类数字传真机。G3 机主要增加了信源信道编解码器、调制解调器，以及网络和系统控制器，使信息传输速率更快、功能更完善。G3 传真机控制规程遵循 ITU-TSS 制定的 T.30 建议。G4 传真机对各种通信网络都有很强的适应能力，数据传输速率高，图像分辨率也比 G3 高 4 倍。G4 传真机采用了开放系统互联 (OSI) 7 层协议结构相同的分层协议集合。随着因特网的发展，电子邮件已充当了部分传真机的角色。最新出现的 IP 传真，更可大大节省长途话费。

(撰写：戴井岗　审订：程　婵)

chuanbo jiaotong fuwu

**船舶交通服务** vessel traffic services (VTS) 在海港区域对船舶的交通进行监视，并对其航行提出意见，以促进安全和提高效率的系统。VTS不像空中交通管制系统那样，要发出对空指挥命令，而只提供咨询性质的意见，船舶如何驾驶还要由领航员来决定。VTS一般包括设在岸上的雷达、光学等传感器和设在水中的一些传感器，以及设在岸上的由计算机、显示器及岸船通信系统组成的监视站。近年来，随着GPS和DGPS的发展，出现了新型的VTS。在这种VTS中，每艘船把设在船上的DGPS接收机产生的定位数据广播出来，让岸上的监视站及其他船只接收到，从而达到对船舶的实时位置及船与船之间相互位置的精确了解。这就使VTS有可能提供更全面和质量更好的服务。

（撰写：邱致和 审订：丁 群）

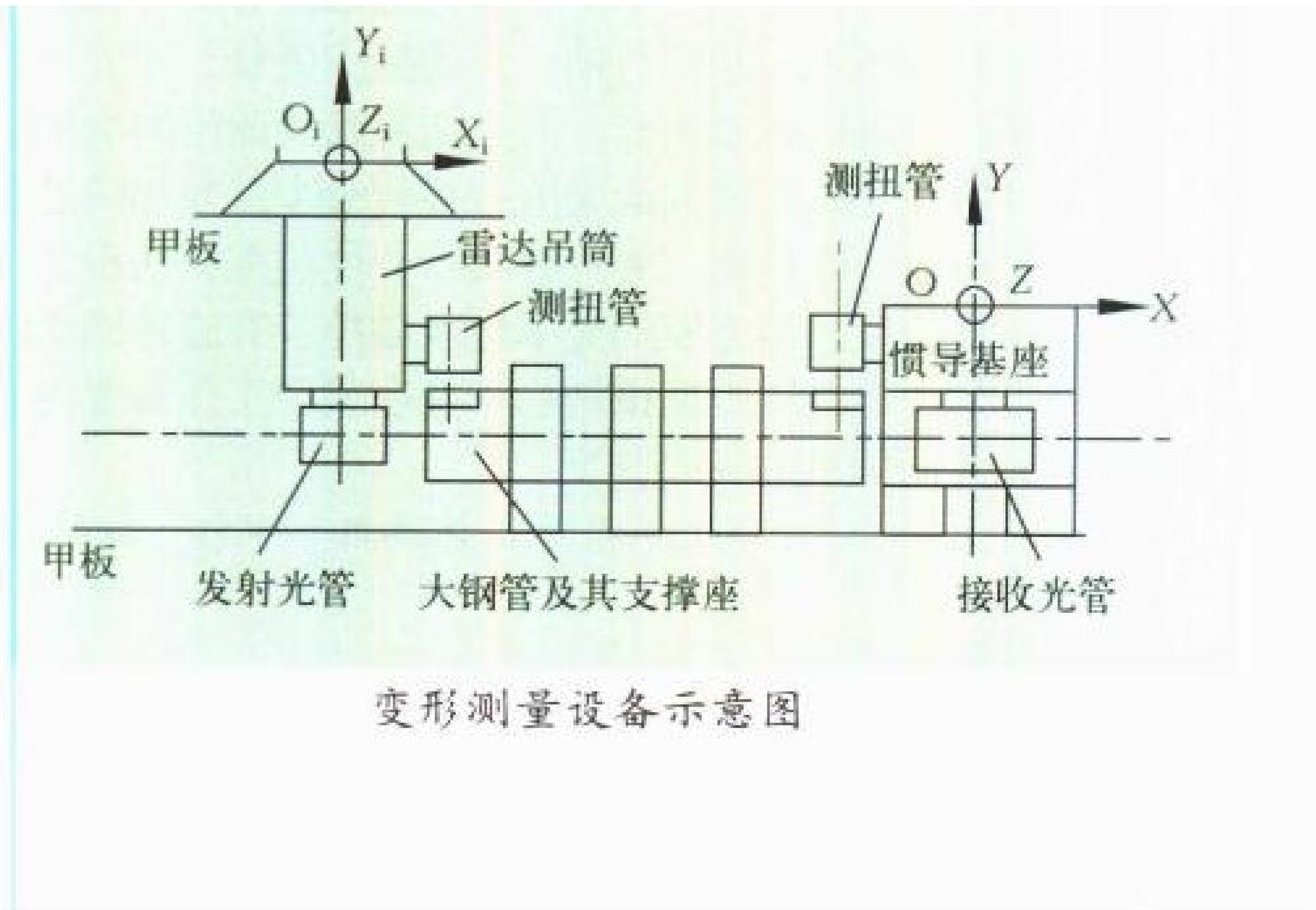
chuanzai celiang xitong

**船载测量系统** shipboard TT&C system 对航天器进行测控的海上机动测量系统。根据航天器飞行轨道对测控的要求而配置在海域的适当位置，用于执行跟踪、测量航天器的飞行轨迹，接收遥测数据和发送遥控指令，以及测量航天器海上落点坐标的任务。船载测量系统是航天测控网的重要组成部分，是陆基测量系统的延伸。海上布站能有效地提高航天测控网对航天器的测控、通信覆盖率。特别是在地球同步卫星发射任务中，对完成主动段、入轨段、转移段、轨道段、准同步轨道及定点同步轨道的跟踪、测量、遥控、遥测起到不可代替的作用。船载测量系统主要由统一载波测控系统、光学标校经纬仪、单脉冲精密跟踪雷达、导航定位系统、引导系统、计算机系统和通信系统组成。其特殊的技术问题有：隔离船摇对系统测角精度的影响，各系统间电磁兼容，抗海水、盐雾腐蚀等技术。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

chuanzi chuanwei celiang xitong

**船姿船位测量系统** measurement system for attitude and position of ship 为航天测量船提供精确坐标位置和姿态的技术设施。海上测量船必须有精确的坐标位置和姿态数据，为船载测量系统提供参照基准，这样才能使船载测量系统的测量数据有实际意义。航天测量船的船姿、船位测量系统，由组合导航系统和变形复示测量系统组成。其中组合导航系统由惯性导航仪、GPS接收机、天文经纬仪和光电经纬仪组成，用于精确地建立当地正北地平系基准，提供船位、航向、船速、航迹以及船体纵摇、横摇角度。变形复示测量系统，如图所示，用于测量船体在重力、风浪作用下造成的变形，为修正由于船体变形造成测控系统的测量误差提供依据。其中测控设备与惯导之间的测量称为变形测量，光学测量设备与惯导之间的测量称为复示测量。

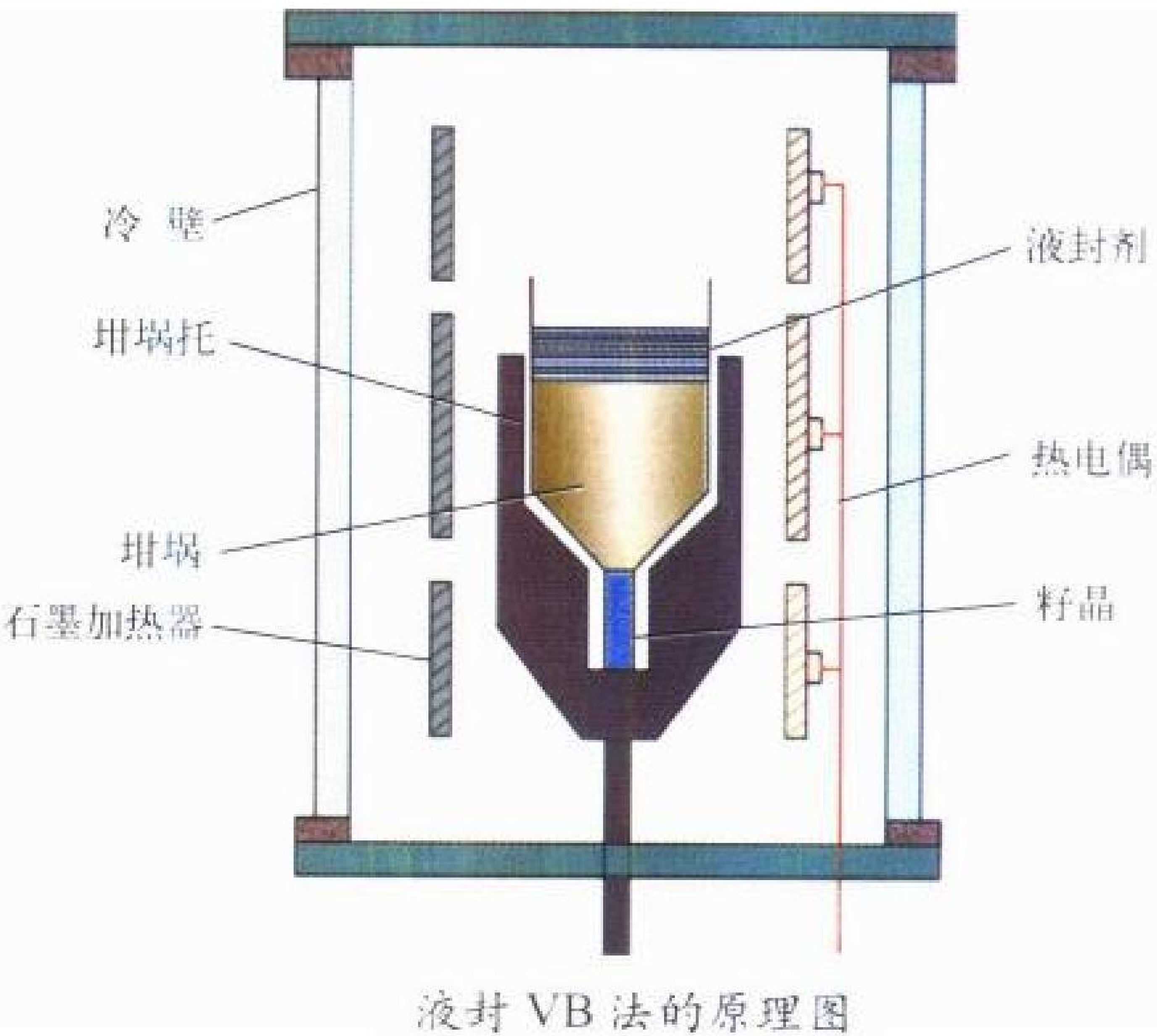



变形测量设备示意图

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

chuizhi buliqimanfa

**垂直布里奇曼法** vertical Bridgman method (VB) 工作原理与水平布里奇曼(HB)法相同，但晶锭及炉体为垂直放置的晶体生长方法。设备如图所示，将合成好的化合物锭料置于石英安瓿或PBN坩埚内（以$B_2O_3$覆盖），炉子上部为高温区，下部为低温区，锭料在高温区内熔化，移动炉体或石英安瓿（或坩埚）使熔体经过两温区之间的温度梯度而生长单晶。可使用有一定晶向的籽晶，也可以自生晶核生长出单晶。该法可用于生长Ⅱ－Ⅵ族化合物半导体，如CdSe、CdTe，对ZnS、



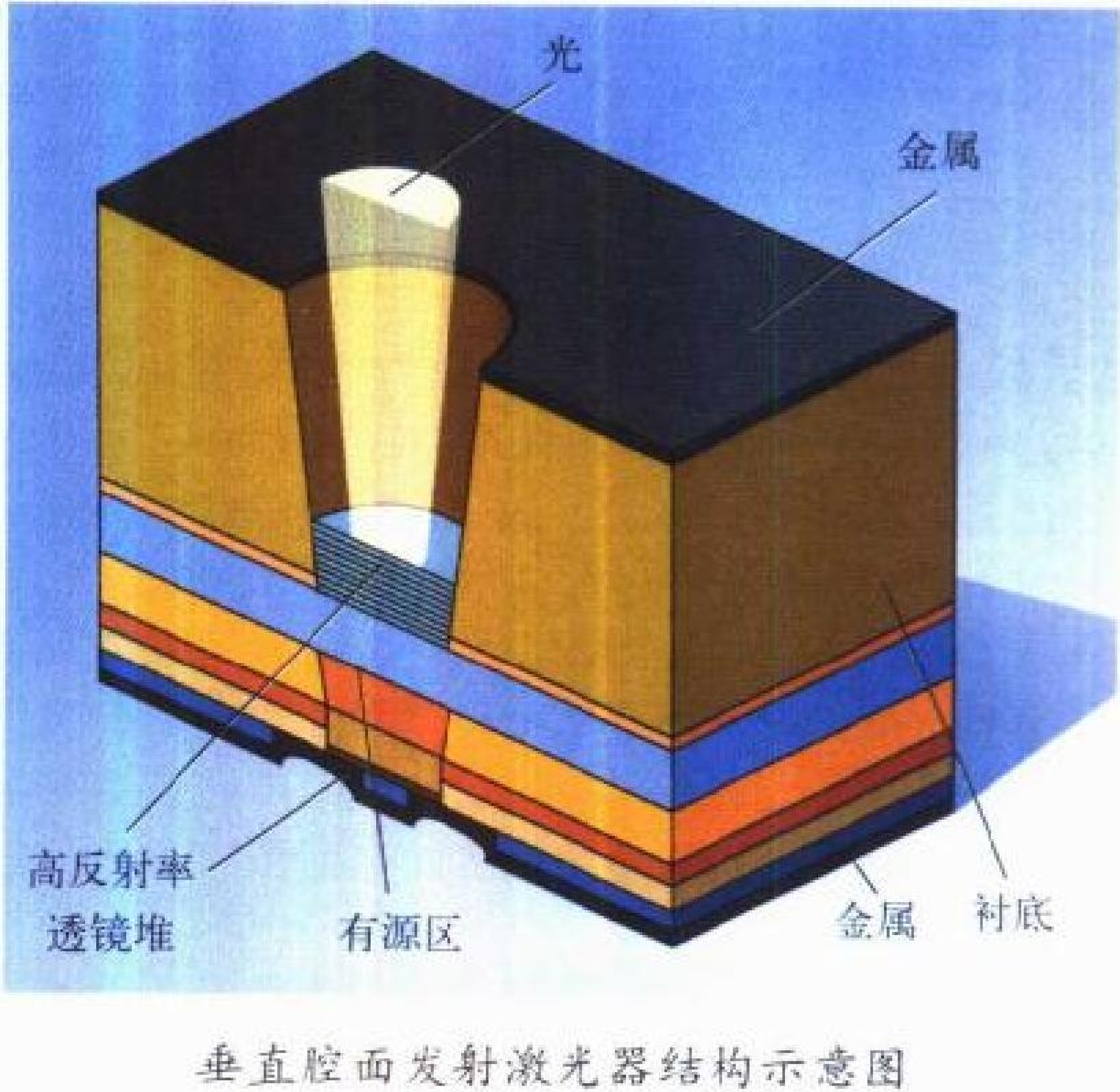

液封VB法的原理图

ZnSe、CdS、ZnTe等熔体蒸气压高的晶体生长，应采用高压VB法。近年来，VB法也被用于生长GaAs单晶，它兼有HB法和LEC法的某些优点，如生长晶体完整性好，位错密度低，晶体截面为圆形；不足之处为无法目视观察，晶体长度受限制等。

（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

chuizhiqiang mianfashe jiguangqi

**垂直腔面发射激光器** vertical cavity surface-emitting laser (VCSEL) 激光的发射方向与芯片表面垂直，且激光腔与结




垂直腔面发射激光器结构示意图

面垂直的半导体激光器。这种激光器是超短腔长（10 μm）的微型激光器，其结构如图所示。为获室温运转，腔端面反射镜的反射率必须很高。已实现单块、可单独寻址的高密度二维 VCSEL 阵列。其制造技术与光电二极管、集成电路工艺兼容。大量并行数据的传输、互联、加工和计算等对 VCSEL 都有需求。工作在可见光波段的二维激光器阵列将在显示和光学存储/读出中得到应用。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

cichuanganqi

**磁传感器**　magnetic transducer　能感受磁学量并能转换成可用输出信号的传感器。按工作原理分为磁通门式、磁阻式、霍尔式、隧道磁量子式等传感器。磁通门式的原理是利用磁饱和调制原理，将直流磁场经交流磁场调制后转化为交流电信号，通过电路处理得到与直流磁场相对应的直流电信号；磁阻式是利用磁敏电阻受磁场作用其电阻值随之改变的特性来实现对被测磁场的测量；霍尔式传感器是利用半导体材料的霍尔效应原理制成的磁敏器件；隧道式磁量子式传感器是利用半导体器件的隧道效应，对被测环境中的磁场进行检测，此种传感器灵敏度高，可对极微弱的磁场进行检测。磁通门式传感器用于微弱磁场的测量；磁阻式和霍尔式传感器适用于对较强的磁场进行测量。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

ciguang jingti cailiao

**磁光晶体材料**　magneto-optical crystal materials　具有磁光效应的晶体材料。当光通过透明的磁性物质或光被磁性物质反射时，由于存在自发磁化强度，会产生新的各向异性并可观察到各种光学现象，这种现象称为磁光效应，前者称为法拉第磁光效应，后者称为克尔磁光效应。磁光晶体材料的性能通常用品质因数 $F_m$ 表征

$$F_m = V/\alpha$$

式中 $V$ 为费尔德常数；$\alpha$ 为光损耗系数。$V$ 是波长和温度的函数，$\alpha$ 则由本征吸收、杂质吸收、体散射、表面散射和反射决定。利用磁光效应可对激光束的强度、相位、频率、偏振方向及传输方向进行控制。用磁光晶体材料可以制作磁光隔离器、调制器、偏转器、移相器、环行器、快速光开关、电流磁场传感器、高存储密度的磁光盘、导向装置及磁强计等，广泛用于激光雷达、测距、光通信、激光陀螺、红外探测和激光放大器等系统中，在激光陀螺中用作非互易元件。

（撰写：张万昶　审订：沈能珏）

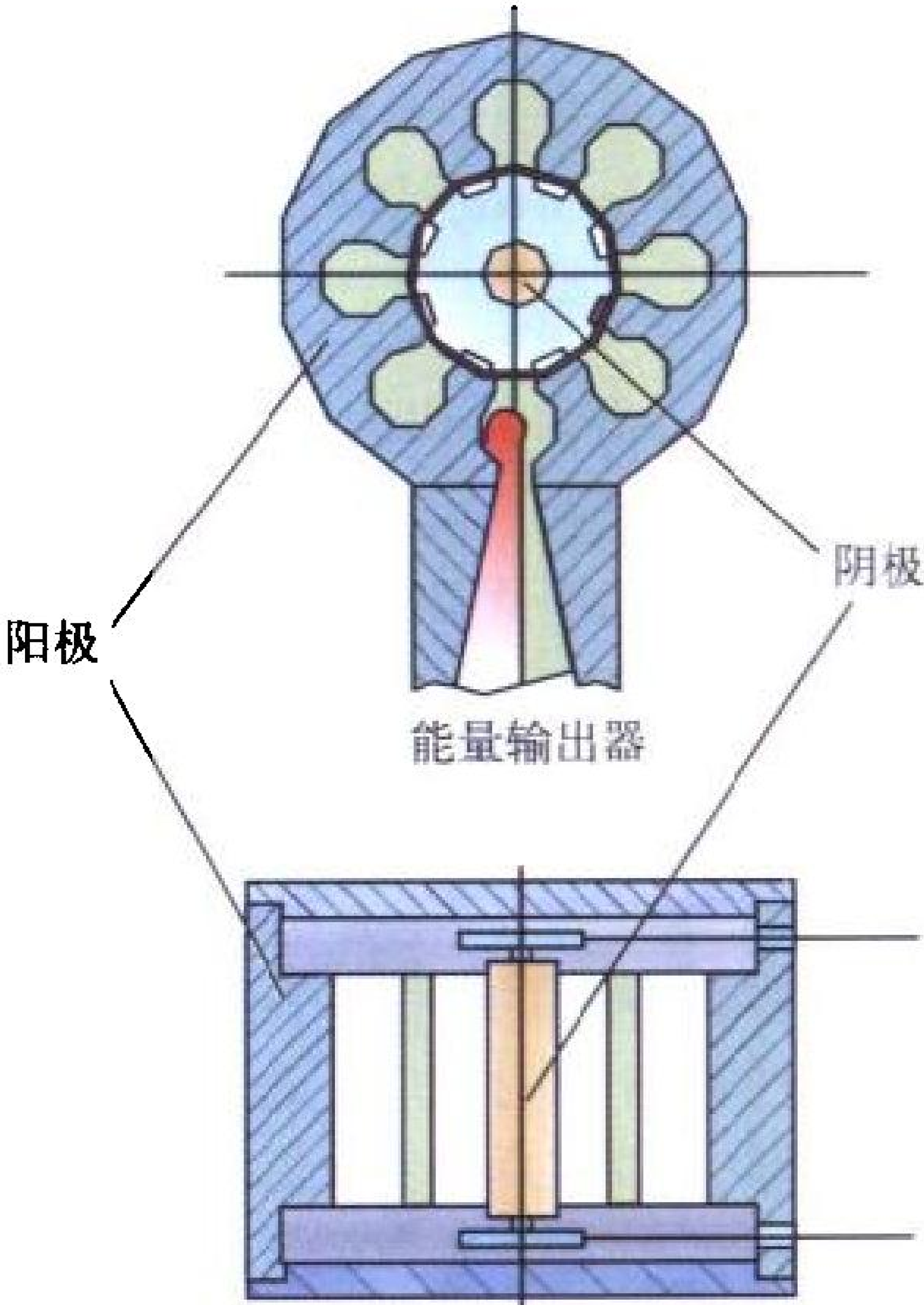
cijilu he cicunchu cailiao

**磁记录和磁存储材料**　magnetic recording and magnetic memory materials　利用强磁性原理输入（写入）、记录、存储和输出（读出）声音、图像、数字等信息的磁性材料。要求该材料具有适当高的矫顽力、高的饱和磁化强度 $M_s$、高的矩形比 $M_r/M_s$（$M_r$ 为剩余磁化强度）、陡直的磁滞回线和良好的稳定性。磁记录和磁存储材料一般分为金属和铁氧体材料两大类，也可分为磁头和介质材料。目前已获得应用或正在开发的主要有 $\gamma$-$Fe_2O_3$ 系，除表面包钴和掺钴 $\gamma$-$Fe_2O_3$ 及 $CrO_2$ 系外，尚有 Mn-Zn 系、Ni-Zn 系铁氧体，Ni-Fe-Ta 系、Fe-Al 系等材料。磁记录材料应用领域十分广泛，主要用于磁录音、磁录像、磁录数码、磁复制、磁印刷和磁照相等方面。

（撰写：余声明　审订：沈能珏）

cikongguan

**磁控管**　magnetron　一种特殊的二极管，在其阳极和阴极之间加有电场和磁场，电场方向是径向的，磁场方向是轴向的，且与电场方向相互垂直。电子由阴极发射出来，进入由阴极和阳极组成的空间（称为相互作用空间），受到正交的电磁场作用而作旋转运动，旋转运动电子流将外加电源处获得的能量转换为微波能量，从能量输出器传送到负载。磁控管的阳极通常是由许多单个谐振腔组成的首尾相连的谐振腔链。阴极通常做成圆筒形并与阳极谐振腔同轴放置，如图所示。20 世纪 20 年代发明了磁控管，40 年代初研制出实用型的多腔磁控管。在第二次世界大战期间及其以后，由于雷达技术的需要，磁控管技术得到了飞速的发展，相继研制出多种型号的特种脉冲磁控管，以作为雷达、导航、制导和电子对抗技术的微波源。磁控管最早应用于脉冲雷达作为高功率微波源，至今仍然广泛地应用于工业加热、医疗、食品工业、家用微波炉等领域。磁控管工作受负载特性和所加电磁场的影响强烈。当负载固定时，磁控管的频率随阳极电流变化的特性称为频推；当电压驻波比（VSWR）为 1.5，负载相位变化为 360° 时，磁控管最高频率和最低频率之差称为频牵。



磁控管结构示意图

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

cikongguan fasheji

**磁控管发射机**　magnetron transmitter　用磁控管产生大功率射频脉冲信号的功率振荡器发射机。它是面世最早的微波管脉冲雷达发射机，轻小、简单而且效率高，能够机械调谐的频率范围达 10%。目前使用的磁控管中，大多数是带隔膜环的谐振叶片型的，其余是同轴型的和日升型的。同轴磁控管多用在 C 波段以上，而日升式磁控管适用于毫米波段。同轴磁控管发射机的寄生辐射电平可与速调管媲美。铁氧体隔离器、同轴磁控管和加注技术能明显提高磁控管发射机的稳定性、降低脉内噪声和起振抖动。自动频率调整、蒸发冷却或对冷却剂恒温可以抑制频漂，而令调制脉冲前沿的电压上升率不超过磁控管所允许的最大值并按两级步进升加前沿电压能有效克服磁控管打火、跳模等缺点并使起振抖动很低。应雷达抗干扰的要求而开发的频率捷变磁控管有旋转调谐的和抖动调谐的两种。这些调谐结构不能在整个工作带宽内实现真正的脉冲间随机的频率捷变。

（撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍）

cipan cunchuqi

**磁盘存储器**　magnetic disk storage　在恒速旋转的圆形磁

性媒体表面沿同心环形轨迹，通过磁头电磁转换器件进行数据记录的直接存取存储设备，又称旋转磁表面型存储设备。磁盘存储器通常由磁盘驱动器、磁盘片和磁盘控制器三部分组成。磁盘驱动器的功能是驱动盘片按一定的转速稳定旋转，驱动载有磁头的磁头臂到达且稳定在指定的半径位置上，控制磁头在盘面上按一定的记录格式和编码方式进行数据的读写。磁盘片提供记录数据的载体。磁盘控制器是控制磁盘驱动器实施数据读写的逻辑控制部件。它按照中央处理器发来的指令，控制驱动器进行磁道寻找（磁头臂定位）、磁头选择、数据读写等操作。依据盘片尺寸、磁片数量、磁道密度、位密度、盘片转速以及记录码的不同，有不同存储容量、数据传输率和等待时间的各种档次的磁盘驱动器。按基片材料的不同，可将磁盘分为硬、软两类磁盘，相应的驱动器也有硬盘驱动器和软盘驱动器之分。硬磁盘驱动器又可分为固定盘（硬盘）驱动器和可换盘（硬盘）驱动器。由于磁盘存储器具有大容量、价廉、访问速度适中和数据非易失的优点，至今它一直是包括便携机在内的计算机的辅助存储器。随着亚微米半导体技术的发展，所谓“固态盘”的半导体存储器，在某些耐振应用领域正在取代磁盘存储器。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

cipan zhenlie

**磁盘阵列**　magnetic disk array　用多台磁盘存储器组成的一个快速大容量的外存储器子系统。由于阵列中的一部分存有冗余信息，一旦系统出错，利用冗余信息可以重建用户数据。磁盘阵列是一种包括许多品种的泛称，现在常见的一种称为廉价冗余磁盘阵列（RAID）。1987 年，美国 D.Petterson 等人把 RAID 分成 5 级，即 RAID 1～5 级。后来为方便比较分类，人们又增加 RAID 0 级，现共为 6 级。0 级冗余磁盘阵列（RAID 0），是一种不具备容错功能的阵列。1 级冗余磁盘阵列（RAID 1），是采用盘间镜像容错以改善子系统可靠性的一种阵列。2 级冗余磁盘阵列（RAID 2），将组成磁盘分作数据盘与检验盘，是按海明校正码原理组成的一种阵列。3 级冗余磁盘阵列（RAID 3），是采用盘间奇偶校验，只用一个检验盘，盘内循环冗余纠错以改善子系统可靠性的一种阵列。4 级冗余磁盘阵列（RAID 4），是一种可独立对组内各盘读写，只用一个检验盘，但盘间采用数据检验技术以改善子系统可靠性的阵列。5 级冗余磁盘阵列（RAID 5），按某种动态算法确定检验盘，在每个盘内既有数据又有检验码的一种用以改善子系统可靠性的阵列。磁盘阵列由磁盘组和磁盘阵列控制器组成，而磁盘阵列控制器一般由微处理器、高速缓存、接口等组成，它能实现盘阵数据的平行、交叉存储或单独存储操作。盘阵列是并行处理技术在外存储器子系统中的应用，它很好地处理了速度、容量和成本之间的关系，广泛应用于大型机和服务器。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

citiaozhiqi

**磁调制器**　magnetic modulator　一种以具有非线性电感的磁开关作为脉冲放电开关的线型调制器。磁调制器分为两类：⑴交流磁调制器，直接用交流电给磁调制器充电，优点是省去了直流电源，缺点是重复频率必须等于交流供电的频率或为其整倍数；⑵直流磁调制器，由直流电源为磁调制器充电，其重复频率不受交流供电频率的限制。磁调制器，特别是交流磁调制器，具有很高的可靠性和更长的寿命。缺点是设计及制造工艺复杂，不同批次生产的磁开关的参数有较大的离散性。最近磁脉冲压缩技术最重要的收获是用非晶态材料取代镍铁合金，使其工作于 50 ns 已很常见。如果最后一级改用铁氧体磁芯，脉宽能进一步压窄。现在开关速率主要受叠片厚度的限制，在要求高重复频率和陡峭脉冲前沿时间（小于 10 ns）的应用中，非晶态材料叠片大约厚 0.25 mil（1 mil = 25.4 μm）或更薄。（撰写：高以鸿　审订：许鸿烈）

cixin

**磁芯**　magnetic core　指用金属、磁介质、铁氧体等软磁性材料制成，具有特定形状（如 E 形、U 形、罐形、环形、柱形、螺纹形等）的零件。用这些零件可制作各种变压器、电感器、滤波器等，安放在线圈内一个规定的部位。线圈中加入磁芯，可增加电感量和品质因数，减小器件体积。金属软磁材料（如硅钢片、铁镍合金等）制成的磁芯主要用于直流、低频范围；非金属软磁材料（磁介质、铁氧体）制成的磁芯可用至高频、超高频范围。在信息技术中大量使用铁氧体软磁材料制成的磁芯。锰锌铁氧体磁芯一般在 1 kHz ～ 10 MHz 频率下使用；镍锌铁氧体磁芯一般在 1～300 MHz 的高频下使用；六角晶系的超高频铁氧体磁芯可用于数千兆赫。利用铁氧体材料高阻抗的特点，可制成各种形状的电磁干扰（EMI）抑制磁芯，这类磁芯正在得到广泛应用。

（撰写：李克文　万飞　审订：刘剑）

cixingti

**磁（性）体**　magnet　由永磁材料制成的、能够建立或有能力建立外磁场，以及被磁化具有永久磁性的物体。按类型可分为两类：⑴氧化物类，如永磁铁氧体；⑵金属类，如AlNiCo、SmCo、NdFeB 等。按形状可分为环形、方形、棱柱形、圆柱形、弧形、弓形等。磁（性）体主要用于扬声器、电机、微特电机、磁控管、行波管、速调管、微波铁氧体器件、打捞器、选矿机等。（撰写：李克文　万飞　审订：刘剑）

cixing yeti

**磁性液体**　magnetic liquids　简称磁液。由具有铁磁性的超细固体微粒（直径为几个或十几个纳米）高度弥散在基液中形成的稳定的胶体溶液。磁性液体分铁氧体磁液、金属磁液和氮化铁系磁液三类。磁性液体具有高饱和磁化强度、没有剩磁和矫顽力及在外磁场作用下容易固定等特点，磁液在交变磁场中有磁导率的频散特性和磁黏滞现象；光通过磁液会产生双折射效应与二向色性现象；通过外磁场可控制超声波在磁液中的传输速度和衰减。磁性液体常用于密封、阻尼、传感器以及作研磨剂等。

（撰写：余声明　审订：沈能珏）

cixuanguan

**磁旋管**　magnicon　俄文的英文译名，有“磁放大器”之意。磁旋管是一种偏转调制器件，其工作原理是，电子在圆偏转系统中受旋转的高频磁场调制，以相对论范围的高速度旋转前进，并和输出腔中的高频磁场互作用产生大功率高效率微波。磁旋管工作波长：2 ～3 cm 至 0.5～1 m，可倍频工作；带宽：0.5%；输出功率：连续波 5～10 MW，脉冲 500～1000 MW；效率：60%～80%（理论效率为 100%）；电压：连续波 200～300 kV，脉冲 0.8～1.2 MV；电流：10～1000 A；增益：30～60 dB。磁旋管可应用于微波定向能武

器、等离子体加热、电子加速器和质子加速器的激励源、微波功率引擎、纳米材料加工、食品加工、烟尘净化、对撞机、太空电站的能量传输、引发核聚变反应、核废料的蜕变、直接摧毁大气层再入导弹等。未来战争可能使用高功率微波定向能武器，它的能量以光速射向目标，任何进攻或防御系统都难起作用，所以磁旋管有重要的发展前景。

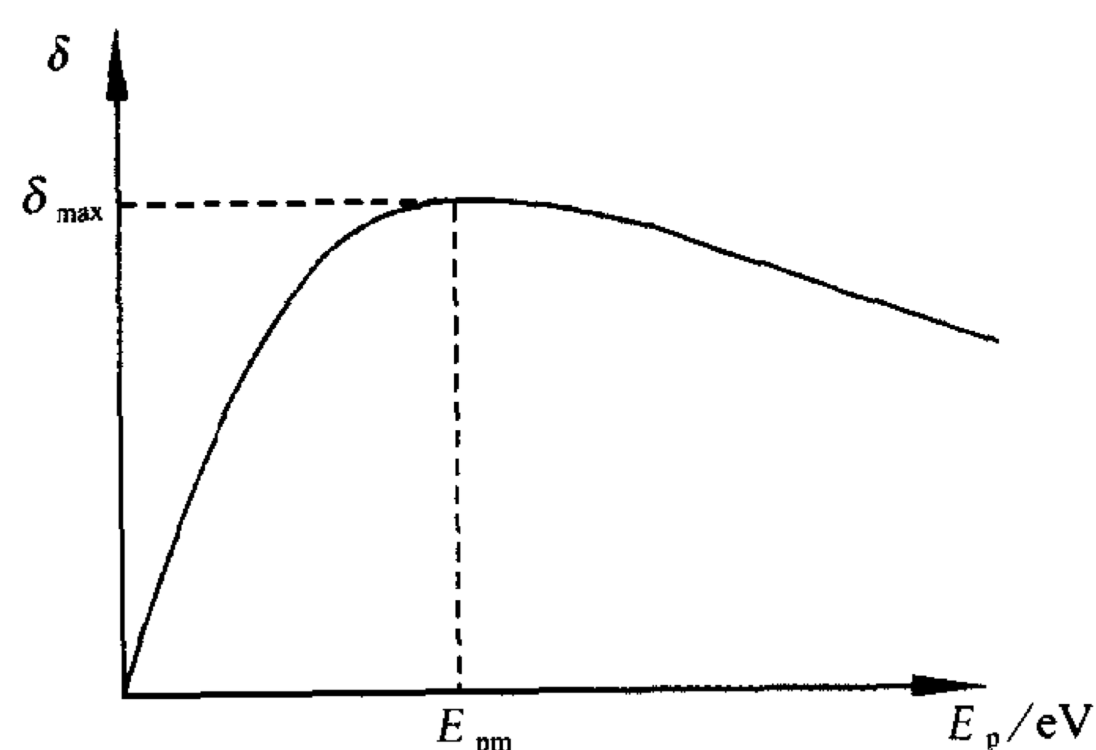
（撰写：何天水　审订：廖复疆）

ciji dianzi fashe

**次级电子发射**　secondary electron emission　物体表面受电子轰击，当轰击电子具有足够的动能时，将观察到物体表面有电子发射出来的现象。轰击物体表面的电子称为原电子，发射出来的全部电子统称为次级电子。实际上次级电子是由真正的次级电子和反射的原电子组成的。通常用次级发射系数 $\delta$ 来表征次级电子发射现象

$$\delta=\frac{I_s}{I_p}$$

式中 $I_p$ 为原电子流；$I_s$ 为次级电子流。次级发射系数 $\delta$ 与原电子能量 $E_p$ 的关系如图所示。$\delta-E_p$ 关系曲线具有极大值的原因是当原电子的能量较小时，物体内部被激发的电子总数较少，所以次级发射的电子数也较少；当原电子能量较大时，虽然激发的电子较多，但激发的电子多半处在物质内部深处，逸出机会极少，因而次级电子发射也较少。各种物质的 $\delta$ 值与物质的性质、表面状态和原电子的入射角等因素有关。常用的次级发射体有下列几类：(1) 纯金属次级发射体，它的 $\delta$ 值不大，一般在 0.5～1.8 之间，其特点是能容忍高能




$\delta$ 与 $E_p$ 的关系曲线

量原电子的轰击，典型的是铂。(2) 合金型次级发射体，为铍铜、银镁、铜铝镁、铂钡、钯钡等。这些材料经过活化（氧化）处理后，在表面形成氧化层，其 $\delta$ 可达十几，但在高能原电子轰击下表面氧化层易于损坏，因此在应用时常在器件中充入氧气以恢复获得高次级发射的氧化层。其他诸如金属陶瓷（如 Au－MgO）、半导体（如银氧铯、锑铯等）、热阴极（如钡钨阴极、钪系阴极等）、氧化物（如氧化镁、氧化钡等）以及负电子亲合势阴极（经铯氧处理的砷化镓、硅等），作为次级发射体，在真空电子器件中亦已得到有效的应用。

（撰写：陈其略　审订：廖复疆）

cunchuqi chacuo jiaoyan

**存储器差错校验**　memory error checking and correction　对存储器中存储信息的正确性所进行的检测和纠错。差错校验建立在信息冗余的基础之上，即在原有的信息中增加一位或多位，使之具有检错或纠错的能力。附加的冗余称为校验位，原有的信息位和校验位一起合称校验码。在存储器中常用的校验是奇偶校验和海明码校验。在奇偶校验中，校验码中只有 1 个校验位。若校验码中“1”的个数为奇数，称为奇校验码；若为偶数，则称为偶校验码。当信息写入存储器时，生成奇（或偶）校验码，写入存储器。当从存储器读出校验码时，检查它是否仍为奇（或偶）校验码，如果是，则存储正确；否则有错。奇偶校验码只能检测 1 位错，不能定位，因而不能纠错。海明码有多个校验位，是一种可以检测出 2 位错或纠正 1 位错的校验码。它的基本原理是使每一信息位参与多个不同的奇偶校验，如果安排适当，这多个奇偶校验可以惟一地反映出校验码的出错情况。在海明码中，校验位的位数 $K$ 和信息位的位数 $N$ 为下列关系

$$2^{K-1}\geqslant N+K+1$$

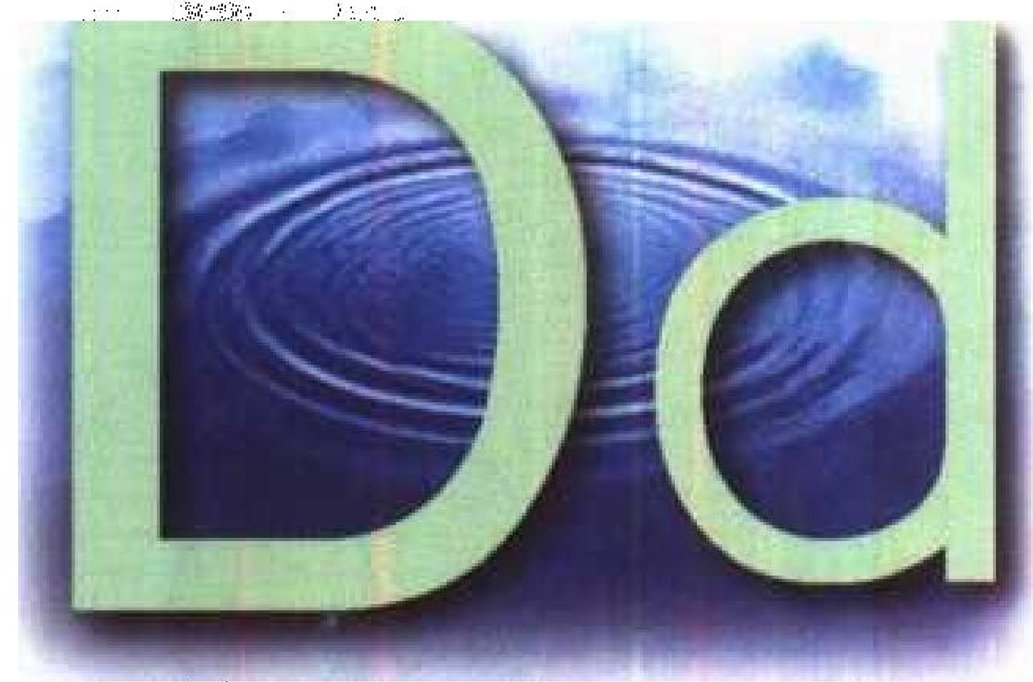
如 $N=10$ 时，可计算出 $K=5$，即需 5 个校验位。

（撰写：王玉祥　修订：张学孝　审订：张金荣）

cunchuqi guanli bujian

**存储器管理部件**　memory management unit　管理计算机存储器的电路部件。该部件芯片包含地址加法器、违章检测器和寄存器组。用于对中央处理器的存储器寻址空间提供地址转换和保护，支持多用户系统和虚拟存储器。存储器管理部件可以通过变换将逻辑地址转换成物理地址，其方法可以采用分段或分页。各段长度可不等且不必邻接，而各页大小相等且彼此邻接。还可以采用具有页面的分段技术，即将两种方法相结合。随着在多道程序环境中对可靠性和保密性要求的提高，需要对存储器目标提供保护，以防止错误使用。其具体方法是将权利赋予存储器目标和进程。当一进程要访问存储器目标时，首先要进行权利检查，防止对存储器目标进行非法的存取。

（撰写：薛horn时　审订：林金庭）




dadi celiang

**大地测量** geodetic surveying 确定测控系统各测控站在相应坐标系中的坐标位置的标定过程。为了准确确定飞行器的轨道参数，需通过大地测量勤务，提供测控系统中各测控站精确的站址数据、测控站间基线距离和测控站方位、俯仰角参考基准。由于不同的飞行器对测控系统测量精度要求不同，其采用的大地测量方法和数学计算方法也不同。高精度的大地测量要求相对点位的精度为 1 m，这相当于 1000 km 跨距的测控系统达百万分之一的大地测量精度。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

daguimo bingxing chuli jisuanji

**大规模并行处理计算机** massively parallel processing computer 由大量处理单元（数百至数万，甚至更多）构成的一种并行处理系统，简称 MPP 计算机。早期的 MPP 计算机为SIMD 型。MIMD 型的 MPP 计算机出现于 20 世纪 80 年代中后期，到 90 年代，MPP 计算机则指由大量高性能微处理器构成的计算机。即由大量处理单元结点经互联网络连接而成，每个处理单元结点，可以由中央处理器、高速缓冲存储器、局部存储器和互联网接口（也可以有输入输出接口）组成。而存储系统一般采用共享虚拟存储器和分布式共享存储器概念，即在具有分布式存储器的系统中，将每个处理单元的局部存储器看作是整个虚拟地址空间的一部分，通过提供统一的虚拟地址空间来实现存储器共享。互联网络可分为静态和动态两类。静态互联网络的优点是成本低，可伸缩性强。常用的有超立方体网、网格网、胖树网。动态互联网络通用性强，使用灵活，但技术复杂，成本高，而且伸缩性较差。常用的有总线、多级互联网络和交叉开关网络。总线的成本低，但扩展性较差，交叉开关网络通信能力很强，但成本高，而多级互联网在通信带宽与成本都介于总线和交叉开关网之间。当今互联技术已成为区别不同并行处理计算机的主要标志。互联水平的高低不仅体现在互联网的硬件水平上，更主要地反映在处理机之间的通信以及同步机制的软件支持上，尤其是路由选择、流控制、容错等有效算法的实现。软件方面除了常规的系统软件支持外，串行程序的自动并行化支持和基于并行语言的并行程序设计环境支持是不可少的。

MPP 计算机在航空、航天、核能的模拟试验、石油、地质勘探和资料分析、气象信息与云图处理以及科学计算、工程计算等领域有广泛的用途。

（撰写：张学孝 审订：张金荣）

dapingmu xianshiqi

**大屏幕显示器** large screen display 屏幕对角线不小于 1 m 的显示器。它可以显示图形、图像，主要用于大屏幕电视和军事指挥控制系统中的大屏幕显示。多数采用光学投影放大的方法实现大屏幕显示，如超亮管投影、暗迹管投影、阴极射线管与液晶显示投影、矩阵控制液晶显示投影、机电笔绘投影、激光数字投影、胶片记录投影、油膜或热塑料光阀投影等。不采用光学投影放大的有直接激光扫描的大屏幕显示和直接矩阵控制的各种平板大屏幕显示。大屏幕显示由于屏幕尺寸大，相应地要求分辨率比一般的显示器要高，应在 1000 行以上，并应有足够的亮度。

（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

daqi jiguang tongxin

**大气激光通信** atmospheric laser communication 采用激光光波作为载波，其传播信道为近地面大气层的激光通信。由于实际大气信道是一个包含复杂介质的随机信道，因此，大气激光通信的性能与信道密切相关。大气层包含有气体分子、原子、水气、雾、霾及气溶胶等微粒。由于激光波长 $\lambda$ 很短，可与大气信道中的微粒几何尺寸 $d$ 相比拟，甚至 $\lambda<d$，所以激光束经过大气随机信道将受到吸收、散射及偏转等影响，除了导致接收端光功率（光强）减小外，还会引起光波的幅度、相位、频率等的随机变化。通常用大气湍流（弱、中、强）来描述这种影响。在严重的强湍流或密集的大雨、大雾等情况下，可导致通信中断。一个点至点的链路其接收端可以接收的光功率为

$$P_a = \eta_T \cdot \eta_R \left(\frac{\gamma_A}{\theta_a L}\right)^2 e^{-\alpha l} P_L$$

式中 $P_L$ 为激光源发射功率；$L$ 为通信距离；$\alpha$ 为大气衰减系数；$\eta_T$、$\eta_R$ 分别为发射天线和接收天线的透过率；$\theta_a$ 为激光源经过发射天线准直（压缩）后的半发散角；$\gamma_A$ 为接收天线的半径（口径）。大气激光通信的能量损耗有两部分：$(\gamma_A/\theta_a L)^2$ 表示光波经过作用距离引起的几何损耗，其中 $\theta_a L$ 为接收端的光斑半径，减小激光发散角 $\theta_a$ 是光发射天线设计、制作的关键技术之一；$e^{-\alpha l}$ 表示光载波经过大气传播吸收、散射引起的衰减，工程中常采用“大气窗口”（即对应衰减小的波长），通常 3～5 μm 和 8～14 μm 为优选窗口。大气激光通信主要应用于不能架线、敷缆、频道十分拥挤、通信容量要求大、抗干扰能力强、保密性好的点至点或组网的链路中。目前大气激光通信作用距离在数百米、数千米至十千米的范围为宜。

（撰写：胡 渝 审订：李振邦）

daxing jisuanji

**大型计算机** large-scale computer, mainframe 采用先进技术构成的一类高性能、大容量通用计算机。它代表着所在时代计算机软硬件的综合技术水平。因而，设计制造大型计算机的能力和装机量，在一定程度上是一个国家综合国力的体现。大型计算机的处理机系统可以是单处理机、多处理机和多个子系统的复合体。一般采用多级高速缓冲存储器、流水线技术和平行多执行部件以提高性能。存储系统通常采用多级存储器系统，由高速缓冲存储器、主存储器、磁盘存储器和海量存储器构成。输入输出系统由通道（参见输入输出通道）和外围设备组成，而操作系统，则一般采用大型通用操作系统，如 IBM/MVS。IBM 一直是全球研制、生产大型机的主要厂商，其代表性产品有 20 世纪 60 年代的 system/360

系列，70年代的system/370系列，80年代的system/370-XA，90年代的system/390等。大型计算机的应用十分广泛，特别是在航天、航空、核能、气象、物探等需要高速大容量计算的领域，以及对于诸如实时性要求很强的战略防御系统、远程预警系统、大型事务处理系统都需要大型计算机。（撰写：张学孝　审订：张金荣）

daimaguan

**代玛管**　distributed emission magnetron amplifier (dematron)　英文dematron的译音，中文意思是分布发射磁控管放大器。代玛管的主要特点是：电子注是非重入型的，互作用是前向波型的。代玛管一般采用线型结构，电子几乎是沿着整个互作用空间长度里的底极发射的，经过互作用的电子注为收集极所收集，不需要偏置电极或圆形管中漂移区的变化磁场，就能实现完全自调制。收集极与地同电位，所以不存在绝缘冷却问题，也完全没有控制极脉冲重复频率的限制。采用线型结构还可以实现完全磁屏蔽，大大减轻磁铁重量。很小的横向尺寸，适合相控阵雷达的需要。代玛管电子注不重入，几乎无高频反馈，饱和曲线前部一般近似为直线区，可以调幅运用。代玛管的缺点是不适于采用低耦合阻抗的慢波线或工作在返波状态，冷阴极代玛管效率较低。为了提高管子的增益和效率，可以采用变节距，变线—底距离或变直流电场、磁场来调整电子与高频场的同步状态。（撰写：何天水　审订：廖复疆）

dandianzi qijian

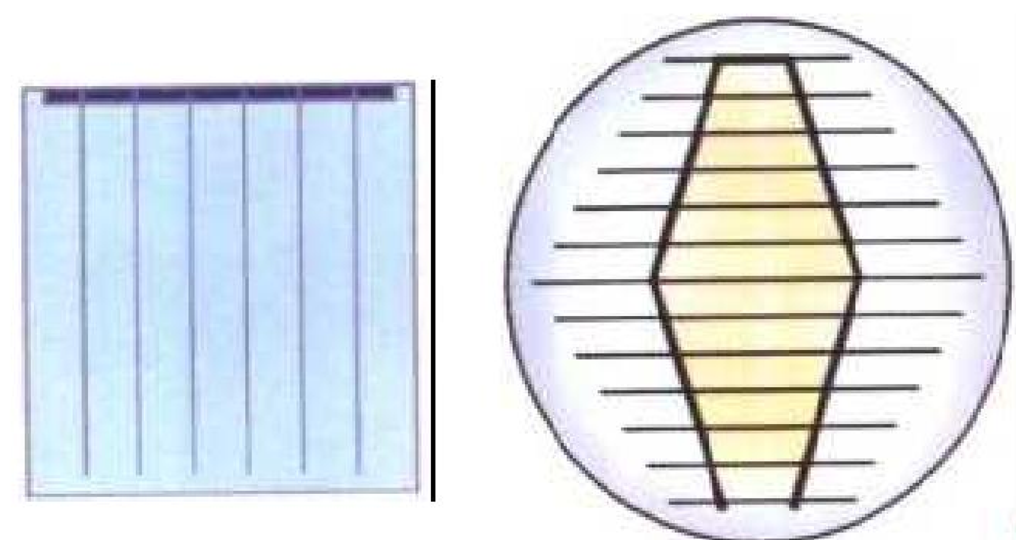
**单电子器件**　single electron device　利用单个电子的运动来工作的器件。当量子点的尺寸足够小时，它与周围环境之间的电容C可以小到$10^{-16}$F量级。如果一个单电子隧穿进入该量子点，其充电能量$e^2/2C$（$e$为电子电荷）在低温下可能超过热运动能$kT$（$k$为玻耳兹曼常数，$T$为绝对温度）。此时就引起量子点上的能态升高，阻止后面的电子进入，称为库仑阻塞，于是这种量子点就能识别单个电子的运动，制成单电子器件。目前这种单电子器件主要利用单电子电流来制作精密的电流标准，把不同的电子占有状态作为“0”和“1”态，制成单电子存储器。在一般的存储器中，大约要用5000个以上的电子才能存储一个比特的数据信息，而单电子存储器只需使用一个电子，从而可以大大减小存储器的功耗并降低存储时间。（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

danjidi leida

**单基地雷达**　monostatic radar　发射机和接收机共用一部天线，或在同一站址发射天线和接收天线分开的雷达系统。现代大多数雷达是按单基地雷达的原理建造的。单基地雷达的优点是构造简单，收、发系统间同步方便，便于转移阵地等，因此使用广泛。单基地雷达不适合用作辐射大功率的连续波雷达，因为存在大功率收发隔离问题，如某些短波波段的超视距雷达，要采用连续波体制，就要将发射机和接收机分别安装在不同的地方。对某些目标，例如隐身目标，单基地雷达观测时目标的雷达截面积值，可能会小于双基地雷达观测时目标的雷达截面积值。（撰写：黄为倬　审订：张光义）

danjinggui taiyang dianchi

**单晶硅太阳电池**　single crystalline silicon solar cell　用单晶硅基体材料制成的太阳电池。单晶硅是由周期性排列有序的原子构成，根据掺杂元素不同，又分为N型和P型。以单晶硅材料作为基体，采用扩散等方法使其形成P-N结，两面制作电极，在扩散面再镀上减反射膜，就制成了单晶硅太阳电池。由于扩散面就是受光面，为了尽可能多地使太阳电池接受到太阳光能量，上电极多做成梳状栅线，既可以减少对太阳光的遮挡，又能够减小串联电阻。如图所示为两种典型的单晶硅太阳电池的受光面外观图。单晶硅太阳电池是目前应用最为广泛的一种光伏器件。它具有光电转换效率高、耐辐照性能好、工作寿命长等特点。在地面光伏系统的应用中，多采用单晶硅太阳电池；在空间应用中，由单晶硅太阳电池组合而成的太阳电池阵是航天器电源系统的优选发电子系统。（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）



太阳电池的上电极示意图

danmaichong celiang xitong

**单脉冲测量系统**　monopulse measuremert system　用脉冲波无线电或激光信号对飞行器轨道参数进行测量的技术设施。它的基本测量元素为$R$、$\dot{R}$、$A$、$E$。发射机每发射一个脉冲，经飞行器返回，同时形成若干个波束，接收天线将各波束回波信号的振幅或相位进行比较，产生差信号，驱动天线指向目标，直至天线轴线对准目标，可测出目标的俯仰角和方位角；从各波束接收的和信号，测量收发脉冲时延，可测出目标的距离，从而实现对目标的测量和跟踪。上述用振幅比较和相位比较两种获取角度信息的方法，有较高的测角精度、分辨率和数据率。脉冲体制的测量系统，最远可探测距离受到脉冲峰值功率的限制，虽然采用脉冲编码等措施，可在一定程度上增大作用距离，但近距盲区也会增加。单脉冲测量系统使用灵活，应用面宽，可用于靶场精密跟踪测量、导弹及火箭主动段和再入段弹道测量、炮位侦察、地图测绘等。随着理论和技术的不断发展，系统正朝着系列化、模块化和高精度等方向发展，特别在常规武器测量方面具有十分广阔的应用前景。（撰写：孙世瑞　审订：干基磊）

danmaichong leida

**单脉冲雷达**　monopulse radar　采用单脉冲技术的雷达。单脉冲技术是指通过同时从两个或多个天线波束接收信号的比较来获取目标角位置信息的技术。由于多个波束的同时性，因而有可能从单个回波脉冲得到目标所在角度的估值，所以叫“单脉冲”。单脉冲系统一般包括角度敏感器和角度鉴别器。角度敏感器的作用是形成包含目标角信息的信号；角度鉴别器的作用是把信号中的角位置信息提取出来。角度敏感器有三种基本形式：比幅、比相和幅相组合。比幅是采用两个相同并分别偏离零轴（等信号方向）指向$\pm\theta_0$的波束。当目标偏离零轴时，一个波束的接收信号就会高于另一个波束的接收信号，其幅度差别则表示目标偏离零轴角度的大小。比相系统中，则是利用一对天线接收信号的到达相位差

来表示目标偏离的角度。幅相组合则是同时利用两者。角度鉴别器有三种可能的方法：幅度鉴别、相位鉴别与和差鉴别。其中每一种都可用于比幅、比相和幅相组合三种角度敏感器。因此组合起来共有9种基本的单脉冲系统，实际应用的仅有4种形式，即幅度—幅度、相位—相位、幅度和差、相位和差。现代单脉冲系统中，最常用的则是幅度和差单脉冲形式。由于单脉冲雷达具有更高的角度测量精度，所以尽管系统较复杂，在精密跟踪雷达中，仍然是一个基本的应用技术。 （撰写：王德纯　审订：张光义）

danpian jicheng dianlu

**单片集成电路** monolithic integrated circuit (MIC) 在一块半导体基片上，全部采用半导体工艺制作有源器件、无源元件的集成电路，称为半导体单片集成电路或半导体集成电路。第一块锗、硅集成电路是1958年由美国得克萨斯州仪器公司的基比尔和仙童公司的诺伊斯分别发明的。半导体集成电路是利用氧化、外延、扩散、离子注入、蒸发、光刻等一整套硅平面技术，将电路中所有元、器件制作在一块半导体基片上，用特殊的结构或工艺技术对元、器件在电性能上实施隔离，同时实现必要的互联。早期使用的半导体材料是锗，此后主流是使用硅，后来在微波和超高速领域使用GaAs，用GaAs制造的集成电路称为GaAs集成电路。在单晶绝缘基片上外延半导体材料，制作有源器件、无源元件并实施隔离、互联，形成一个完整的电路，也称作单片集成电路，例如蓝宝石上外延硅称为SOI结构集成电路。

（撰写：景佩苏　审订：全毓铨）

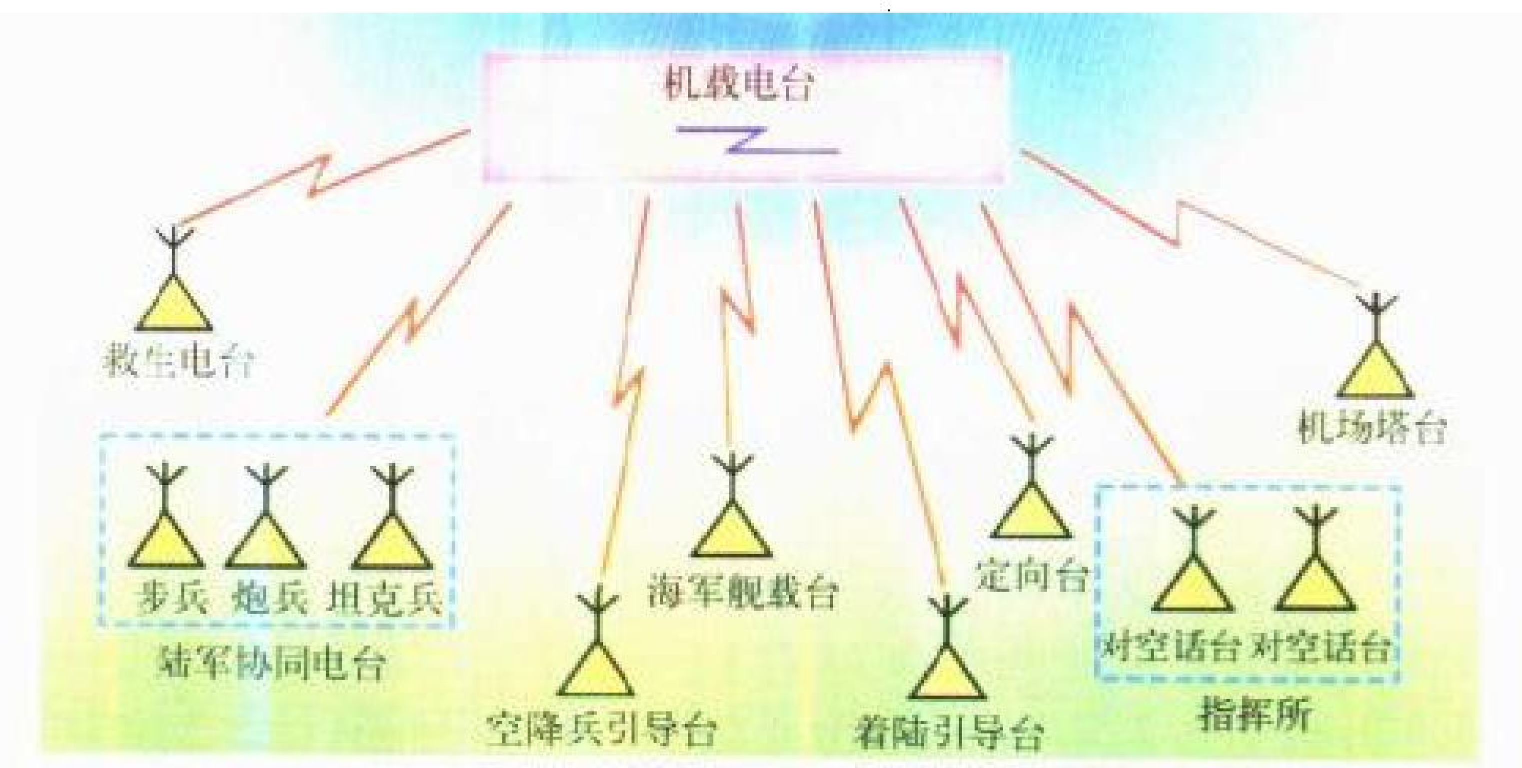
danpian jisuanji

**单片计算机** single-chip computer 简称单片机。将中央处理器、存储器和输入输出（I/O）接口等集成在一块芯片上的一种微型计算机。因为单片机主要应用于控制系统，所以又称为微控制器（MCU）。单片机一般按用作中央处理器的微处理器的数据处理宽度，分为4位单片机、8位单片机、16位单片机和32位单片机。单片机的存储器由随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦编程只读存储器(EPROM)或电可擦编程只读存储器(EEPROM)组成。RAM一般容量较小，用作通用寄存器、堆栈或数据存储器，而ROM、EPROM或EEPROM则用作程序存储器。单片机的输入输出接口设有多种功能，通常的I/O接口有并行I/O、串行I/O、定时计数器、D/A转换器、A/D转换器和DMA等，此外还有若干专用I/O接口。单片机可广泛用于家用电器、仪器设备、医疗设备、数控机床和武器系统等。单片机软件通常有实时多任务管理程序和C语言。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

dantongdao dikong wuxiandian tongxin xitong

**单通道地空无线电通信系统** single-channel ground and airborne radio communication system (SCGARCS) 空军使用的一种多功能、多任务的无线电台。它保障空军各级指挥员对各种执行战术任务的飞机进行地空和空空之间的指挥；保障空军各种飞机与陆军（步兵、炮兵、坦克兵）和海军（各种舰艇）进行协同；保障各种飞机实施陆上与海上的救生通信，以及防空自动化指挥系统中的地空数据引导传输设备。采用2～400 MHz频率范围，半双工、单通道工作方式，收/发同频且可成网工作。以话音通信为主、数据引导为辅。典型的空军地空通信系统的组成如图所示。一般包括的通信设备有：机载通信电台；机载数据传输电台；机场塔台通信电台；各级指挥所对空指挥通信电台；各级指挥所对空




空军地空通信系统组成示意图

数据引导电台；各种海军舰艇对空协同通信电台；地面定向台用通信电台；空降兵引导组通信电台；与陆军（步兵、炮兵、坦克兵）协同通信电台；飞行员救生通信电台等。

（撰写：智少游　审订：汪思荣）

danyuan hongwai tanceqi

**单元红外探测器** single-element infrared detector 具有单一光敏元的红外探测器。其结构简单，价格较低。这种探测器可用于点目标探测，其输出信号是整个光敏面上的平均值，不能示出目标在光敏面上的空间变化。它也可以用来获取目标的图像，但需进行水平和垂直二维光机扫描，逐点获取目标像元的红外辐射以构成一帧图像，这样既限制了对目标每一像元的探测时间，降低了探测灵敏度，又限制了成像的帧频，现已很少采用。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

danzhan wurenji cekong xitong

**单站无人机测控系统** single-station TT&C system for UAV 用一个地面控制站对单架或多架无人机实施测控的技术设施。该系统在对单架无人机测控时，地面控制站通常采用单一波束的定向跟踪天线，通过地空无线电数据链系统实现对无人机的遥控、遥测、跟踪定位和侦察信息传输。该系统也可配备卫星中继链路，实现对远程长航时无人机的测控与信息传输。在对多架无人机进行测控时，地面控制站可通过计算机控制多波束天线同时对多架无人机进行跟踪测控和侦察信息传输，或者指一个地面控制站通过定向天线扫描方式分时对多架无人机进行跟踪测控。在只有测控信息且不需自主定位的应用条件下，地面控制站可采用全向天线通过时分或频分方式实现对多架无人机的测控。在无人机飞出地面控制站无线电通视范围后，可采用空中中继或卫星中继方式通过频分实现对多架无人机的测控。

（撰写：文运丰　审订：孙鉴）

dandao canshu

**弹道参数** ballistic parameter 弹道性能指标或弹道特征参量的统称。弹丸从起点到终点要经历起动、推进、在空中运动等过程，不同环境中有不同的运动规律，弹道参数包括弹丸各种运动参数。根据抛射弹丸所经历的不同阶段，弹道又分为内弹道和外弹道。内弹道参数通常包括弹丸初速和最大膛压及二者的中间偏差，以及火药利用效率或弹道效率、示压效率、火药燃烧结束时间等。外弹道参数通常包括弹丸的

速度及其分布、飞行姿态及其变化、弹丸的气动力特性、飞行稳定性、射击密集度及其影响因素、弹丸的跳角、射程、弹形系数及弹道系数等。弹道参数的测量用于武器弹药的设计和改进，并验证设计结果，综合评价武器的性能，发挥武器的最大使用效果。（撰写：汪正兴　审订：陈 旸）

dandao daodan yujing tance xitong

**弹道导弹预警探测系统** ballistic missile early warning and detection system　对敌方来袭的弹道导弹进行探测、跟踪、识别、发点和落点预报，为拦截武器系统提供目标指示信息的电子信息系统。弹道导弹分为战略/洲际弹道导弹（ICBM）和战役战术弹道导弹两种，由于其射程、射高和飞行时间不同，其预警探测系统有共性也有个性。在美国有国家导弹防御（NMD）和战区导弹防御（TMD）之分。美国目前的NMD的预警探测系统包括1个卫星预警系统、2个陆基预警系统。卫星预警系统是国家支援计划（DSP）的同步轨道卫星，第一个陆基预警系统BMEWS由三部相控阵雷达组成，主要用于对付北面来袭的洲际弹道导弹，第二个陆基预警系统由四部"铺路爪"（pave paws）相控阵雷达和环形搜索雷达组成，主要用来对付潜艇发射的弹道导弹。NMD正式部署时，将用天基红外系统（SBIRS）更换目前的DSP系统。SBIRS包括高轨道和低轨道卫星两部分，高轨道卫星由4颗同步轨道（GEO）卫星和2颗大椭圆轨道（HEO）卫星组成，低轨道（LEO）卫星由3个轨道平面上的21颗卫星组成。如要满足导弹预警、导弹防御、技术侦察、战场态势4种作战需求，将至少包括4个轨道面上的28颗卫星。上述星座的全面部署预计在2008年完成，此后还要对SBIRS进行改进，预计到2020年才能对导弹的发射点和落点预报达到较高的精度。TMD的早期预警与NMD的SBIRS相同，但战区高空防御系统的地基雷达（TMD-GBR）为X波段全固态相控阵雷达，对RCS（雷达截面积）为1 m$^2$的目标探测距离为500～600 km。（撰写：李兆芳　审订：刘 兴）

dandao daodan zaoqi yujing xitong

**弹道导弹早期预警系统** ballistic missile early warning system (BMEWS)　美国反战略弹道导弹的第一个陆基早期预警探测系统，由3个雷达基地组成，分别位于阿拉斯加的克利尔（Clear，Alaska），格陵兰的图勒（Thule，Greenland）和英国的菲林代尔斯（Fylingdales，England）。其威力覆盖如图1所示。主要用于对付前苏联的陆基洲际弹道导弹及部分潜射弹道导弹。现用于国家导弹防御系统（NMD）。BMEWS原来的雷达是AN/FPS-50双波束搜索雷达和AN/FPS-49跟踪雷达。1983年用3部AN/FPS－115"铺路爪"（pave paws）相控阵雷达（见图2）更换老雷达。这种雷达高为92 ft（1 ft＝0.3048 m），每个阵面85 ft方阵，有3584个天线单元，覆盖120°扇面，探测距离4800 mile。BMEWS的作用是根据北美防空防天司令部（NORAD）规定的程序，在发出导弹警报前，必须由两种独立的雷达系统来保证其真实性，称为"双迹现象"策略。对弹道导弹来袭的第一道警戒是探测火箭发动机的火焰，由国防支援计划（DSP）卫星提供；第二道警戒包括导弹发射的证实、弹头数目的确定、导弹的弹道计算以及落点的估计等，由地面雷达来提供。如来袭导弹为洲际导弹，由BMEWS提供；如来袭导弹为潜射导弹，则由"铺路爪"相控阵雷达提供。（撰写：李兆芳　审订：刘 兴）

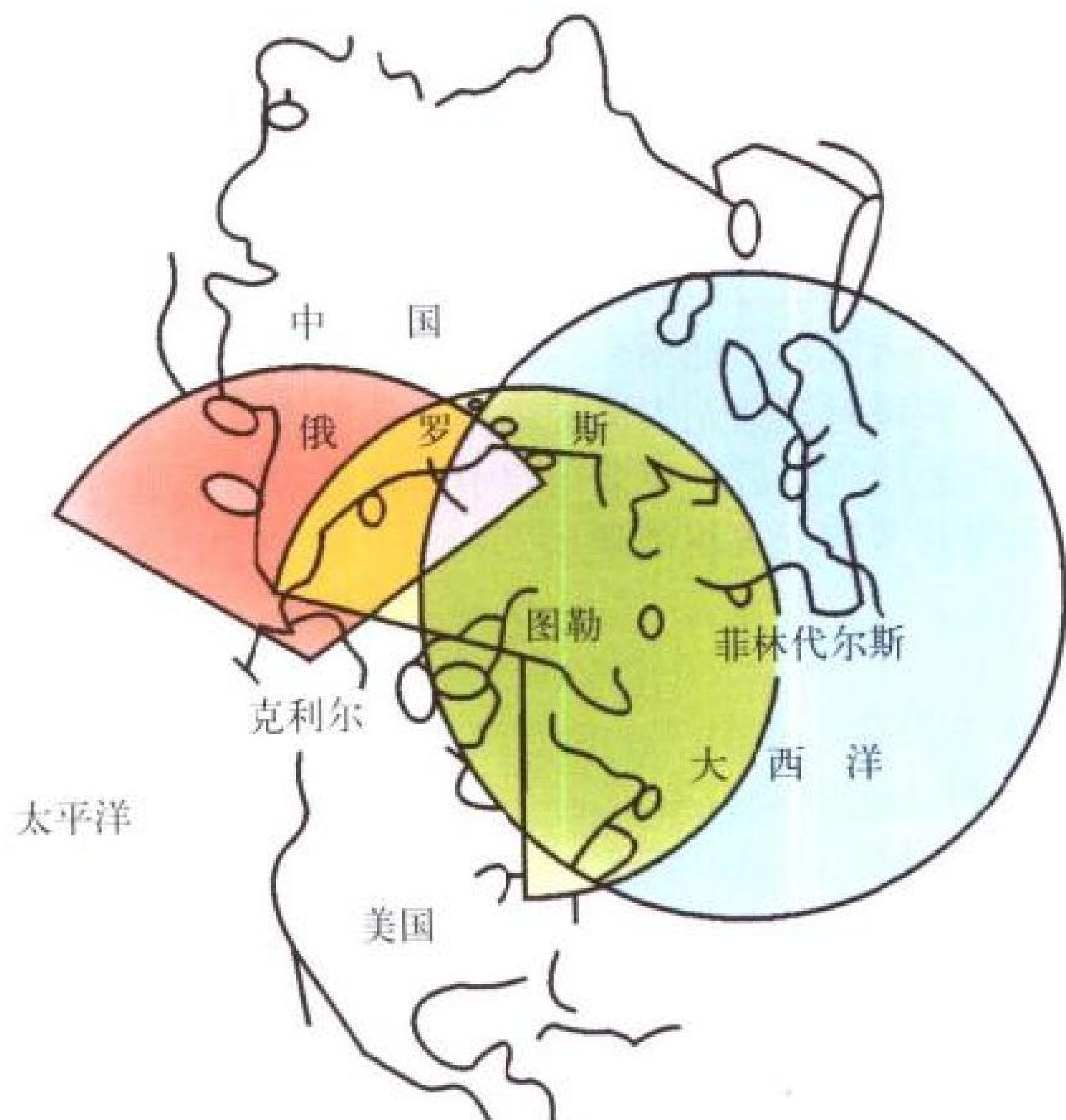



图1 BMEWS系统雷达覆盖面积

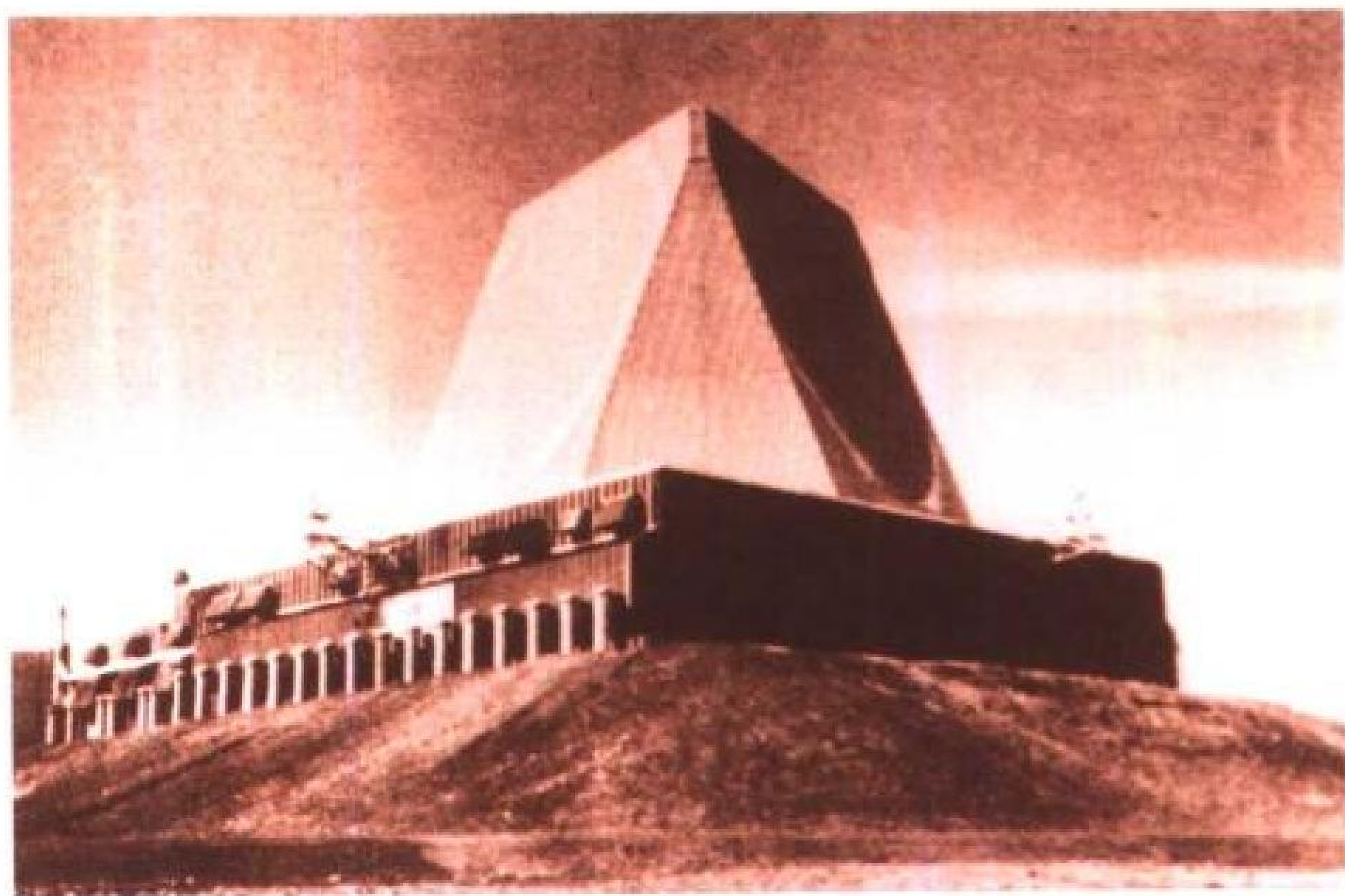


图2 BMEWS系统的相控阵雷达

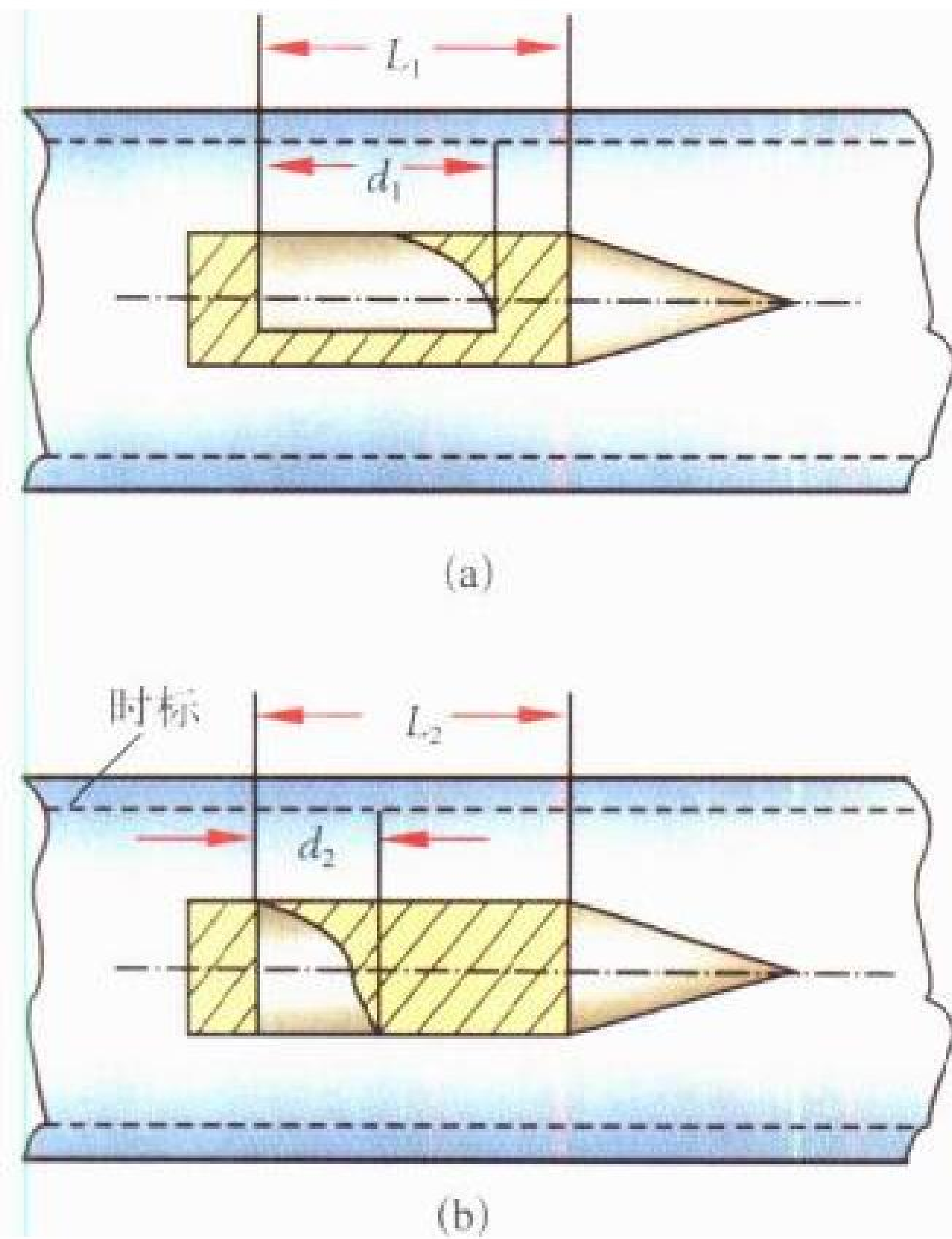
dandao daodan zhihui kongzhi xitong

**弹道导弹指挥控制系统** ballistic missile command and control system　弹道导弹部队实施情报搜集及处理、计划、指挥、协调和控制的信息系统。弹道导弹指挥控制系统可广义理解为整个弹道导弹部队的指挥控制系统，也可狭义理解为某级弹道导弹部队的指挥控制系统；还可划分为战略弹道导弹指挥控制系统和战役战术弹道导弹指挥控制系统。这里简要介绍战役战术弹道导弹旅指挥控制系统的作用、主要组成和主要功能。战役战术弹道导弹旅指挥控制系统的作用是对所属部队的战备、作战、移动和训练等实施自动化指挥和控制。系统主要组成有旅、营、发射连各级指挥所、情报侦察系统、通信系统、电子/信息对抗系统、气象系统、技术保障系统等。系统主要功能有：⑴战备功能，采用一切可能的侦察手段获取可能打击目标的各种信息和敌方的反导能力及其部署信息，建立和不断更新数据库；建立己方部队状况、武器数量、性能、弹种以及发射阵地位置等信息的数据库；拟制多种可能的作战预案，并报上级审查和批示；进行武器和其他装备的检查维护。⑵作战功能，接受并识别上级弹道导弹打击任务和发射命令；辅助决策、确定兵力分配；发射数量及发射时间的计算；下达命令进入作战准备状态；进行目标锁定和数据检查；指挥发射连按安全发射程序进行发射；搜索打击目标情报，并进行打击效果评估。⑶转移指

挥、制定转移计划；指挥转移；指挥检修和补充。(4)组织训练(演习)，并对训练(演习)进行评估。弹道导弹指挥控制系统的发展趋势是：作战范围全球化；信息情报太空化；指挥控制智能化。（撰写：刘 兴 审订：彭永录）

danwan zhuansu celiang

**弹丸转速测量** spin rate measurement 用于测量弹丸自转角速度及其变化规律的技术。通过对弹丸转速的测量，可以计算出弹丸的转动惯量，用于分析弹丸的飞行稳定性，为弹丸设计和使用提供依据。常用的测量方法有：(1)摄影法，其原理如图所示；(2)机械法，有两种机械测角速度的方法，分别是纸靶法和印迹法；(3)遥测法，在弹体上安装光电式或磁电式传感器，弹丸每转1周产生1个或2个固定脉冲信号，通过遥测系统把信号连续记录下来，可获得弹丸全弹道的转速；(4)雷达法，在弹体的底部刻上一定数量的槽线，用雷达测量弹丸的转速信息，经解调处理后，可解算出转速。摄影法是非接触式测量法，一般不需改变弹丸的任何结构，对弹丸运动无干扰，适用于各种口径的炮弹和火箭；机械法为接触式测量法，简便易行，但对弹丸运动有干扰；遥测法可以测全弹道转速变化，但因要在弹体上安装传感器、发射机等装置，将对弹丸运动特性产生影响；雷达法简便易行，弹体刻槽后有可能改变弹体刚性，所以主要应用于非炸弹测量。（撰写：任国民 修订：陈 旸 审订：张 军）



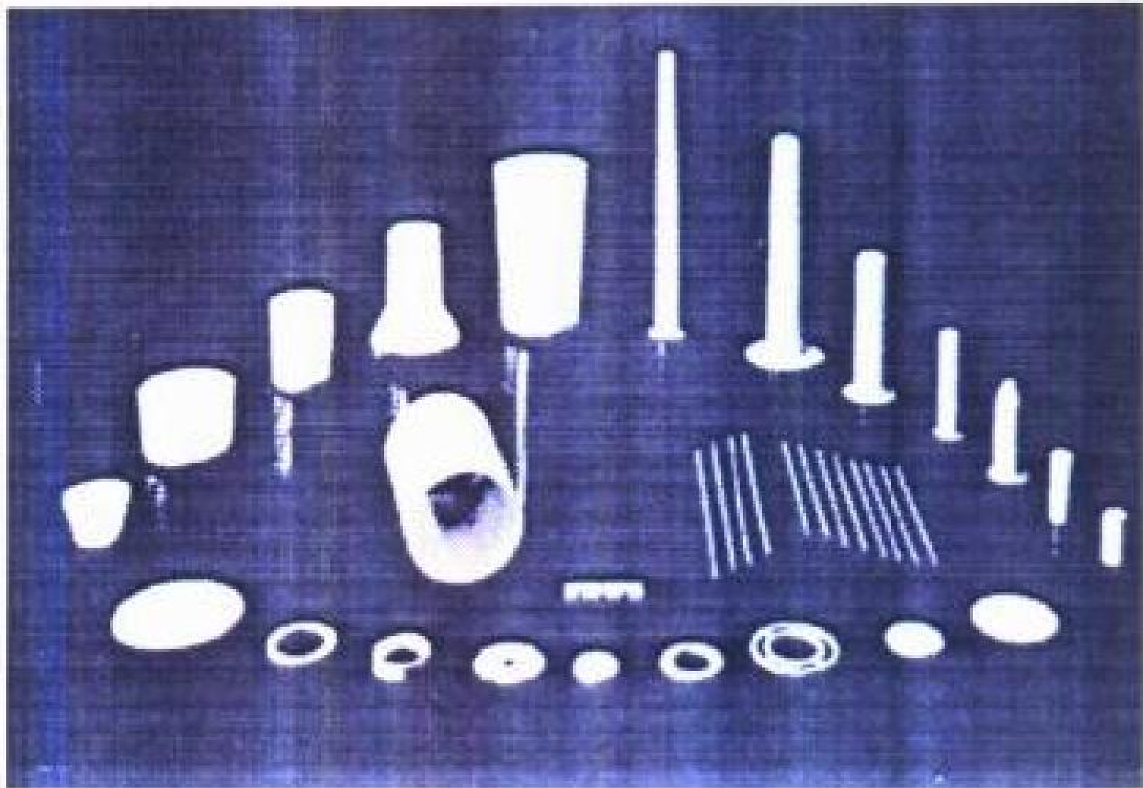

摄影法原理图

danhuapeng taoci

**氮化硼陶瓷** boron nitride ceramics 由氮化硼粉体烧结或通过生成氮化硼的化学反应(例如$NH_3$和$B_2H_6$)而沉积的材料。制取致密的氮化硼陶瓷通常有热压(HP-BN)、热等静压(HIP-BN)以及化学气相沉积(CVD-BN)。由于热压、热等静压技术克服了氮化硼作为共价键而难以烧结的困难，从而获得了致密、高强度、耐高温、高绝缘的HP-BN瓷和HIP-BN瓷，并已广泛应用于高温电炉绝缘构件、高频电热装置、自动焊接保护套、热电偶保护管、中子吸收剂和核反应堆保护屏等，但由于其真空致密性尚不能满足高真空、长寿命军用真空电子器件的需求，因而CVD-BN瓷获得了快速的发展。目前，已研制出各种形状的、包括大尺寸、高质量、高气密性的窗片，其材料性能和产品见表、图。

CVD-BN 陶瓷的性能（以 $a$ 轴为基）

| 组成 | 静态抗折强度/MPa | | 热膨胀系数(~900℃)/($10^{-7}$/K) | | 热导率/[W/(m·K)] | | 介电常数(20℃) | | tgδ(20℃)/$10^{-4}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BN | ∥ | ⊥ | ∥ | ⊥ | ∥ | ⊥ | 10 Hz | 5.5 Hz | 10 Hz | 5.5 Hz |
| 100% | 160 | 80 | 27~36 | 240 | 45~55 | 1.3 | 4.4 | 4.2~4.4 | <1 | 1~3 |



部分氮化硼陶瓷产品

（撰写：高陇桥 审订：沈能珏）

daodan bijin gaojing

**导弹逼近告警** missile approach warning 对敌方来袭导弹的辐射、反射信号进行截获、识别、测向或定位，并按预定的判断准则实时报警。导弹逼近告警按工作体制分为无源、有源和综合三种：(1)有源导弹逼近告警采用简易的脉冲多普勒雷达探测跟踪导弹的蒙皮回波，通过信号处理，从背景杂波中识别出运动导弹回波，经计算机处理，确定导弹的速度、方向和距离，发出告警信号，并能估算拦截时间和自动启动对抗措施。有源导弹逼近告警的优点是功能强，工作可靠，其不足之处是从杂波中提取雷达截面积很小的导弹回波技术复杂，同时由于需要主动发射信号，耗电多，体积重量较大。(2)无源导弹逼近告警是对导弹火箭发动机排出的羽烟中的红外或紫外信号作出响应。它采用红外或紫外传感器在导弹熄火前探测其排出的羽烟。这些传感器通常可以提供较精确的角度数据，但距离只能根据信号强度进行粗略估算。无源导弹逼近告警最大的优点在于其不辐射信号，故隐蔽性好，耗电少，体积重量小。其缺点是在恶劣气象条件下性能大幅度下降，且得不到精确的距离数据，在来袭导弹的火箭发动机熄火后不能对其进行探测，故工作可靠性差。(3)综合导弹逼近告警是综合使用有源和无源两种类型的传感器，以提供最佳的组合效果。（撰写：朱 松 审订：吕连元）

daohang de weishu

**导航的维数** dimensions of navigation system 导航系统可向用户提供导航信息的种类。例如伏尔提供飞机相对于地面台的方位，测距器提供距地面台的斜距，因此是一维的。而塔康则同时提供方位与距离，因此所提供的导航信息是二维的。有些系统还从导航信号中导出时间信息，称为第四维。随着导航在军事和民用领域应用的发展，要求导航系统不仅应提供位置信息，而且应提供速度、航向、姿态及时间信息。新型导航系统的导航维数总的趋势是在逐步增加。例如卫星导航系统同时提供三维位置、三维速度和时间信息；卫星导航/惯性导航的组合导航系统同时提供三维位置、三维速度、航向、姿态及时间信息。

（撰写：郘致和 审订：丁 群）

daohangji guandao

**导航级惯导** navigation grade INS 可用于各类军、民用飞机导航的惯性导航系统。用陀螺精度达到 0.015°/h 来定

义，用此精度的陀螺做成的惯导系统的精度约为1.85 km/h。当前，可实现导航级惯导的陀螺主要有液浮陀螺、挠性陀螺、静电陀螺和环形激光陀螺等，其中静电陀螺做成的惯导精度最高，可达0.1 km/h，其余的大致在1.85 km/h量级。相比之下，战略级惯导(strategic grade INS)的精度要优于30 m/h，相应的陀螺漂移误差小于0.0001°/h。战略级惯导的典型应用是对洲际弹道导弹的制导，而战术级惯导(tactical grade INS)的精度在18.5～37 km/h范围内，相应的陀螺漂移误差为10°/h，甚至更大。战术级惯导的精度看似很差，但由于战术武器飞行的时间较短，惯导不会累积较大的位置误差。　(撰写：谢洪华　审订：郅致和)



daohang leida

**导航雷达**　navigation radar　探测运动平台周围的目标、提供地面特征图像，导引其正确航行或行驶的雷达。船用导航雷达已普遍装备，机载多功能雷达具有一定的导航功能，汽车防撞雷达已开始应用。导航雷达最重要的特性是有很高的方位和距离分辨率，可以在平面显示器上标绘出活动目标和固定目标的图像。典型的船用导航雷达工作在X波段，波束宽度为0.5°～1.5°，天线转速为30～60 r/s，脉冲宽度为0.08～0.8 μs，显示量程为0.25～40 n mile。导航雷达波段的选择决定于作用距离和气象条件。对船用导航雷达，在近距离使用X或Ku波段比较合适，在恶劣气象条件下，如要探测较远距离，可采用S波段。国际标准化组织(ISO)规定，远洋轮必须装备I和F两个波段(X和S波段)的导航雷达。对汽车防撞雷达，由于作用距离很近，一般采用毫米波段(12mm、4mm、2mm)。从20世纪60年代后期开始，计算机技术迅速发展，重要的导航雷达相继配置了自动雷达标绘仪(ARPA)，实现对目标的边搜索边跟踪，求取目标的航迹、运动矢量、最接近点和到达最接近点的时间，并能自动报警，协助驾驶员采取回避动作，按正确航线行驶。

(撰写：张锡熊　审订：王松山)

daohang xitong de fugai fanwei

**导航系统的覆盖范围**　coverage of navigation system　无线电导航系统的信号足以为航行者提供具有规定精度的位置信息的地球表面区域或空间区域。覆盖范围取决于无线电导航系统的几何配置、信号功率电平、接收机灵敏度、大气噪声以及其他一些影响信号可用性的因素。有许多无线电导航系统工作在甚高频(VHF)以上频段，此时电波沿直线传播，由于地球表面弯曲和地形起伏，以及建筑物遮挡等原因，一个导航台的信号覆盖范围不大，为使系统覆盖范围大，要毗邻布置许多导航台。也有一些无线电导航系统工作在低频段上，靠地波沿地表传播或电离层反射，地面台信号可以传送到很远的地方，但此时电波传播稳定性差一些，要达到高的导航精度较困难。卫星导航由于每个导航台在离地球很远的空中，可以覆盖地球表面很大的范围，又工作在L频段(高于VHF频段)，因此卫星导航系统同时具有覆盖全球范围和精度高的优点。　(撰写：郅致和　审订：丁　群)

daohang xitong de kekaoxing

**导航系统的可靠性**　reliability of navigation system　表征导航系统发生故障的频度。它是系统在给定的工作条件下、规定的时间区段内，按规定性能完成其功能的概率。由1减去系统发生故障的概率来计算。由于航行的过程和执行军事任务的过程不能中断，从而对导航系统提出了高可靠性要求。例如在飞机向跑道着陆或船舶进出港的时间区段内，如果导航系统发生故障，便有可能带来航行事故，有时甚至是严重事故。导航系统用提高设备可靠性和冗余配置等方式，保证系统的可靠性。　(撰写：郅致和　审订：丁　群)

daohang xitong de keyongxing

**导航系统的可用性**　availability of navigation system　导航系统为飞行器提供可使用服务的时间的百分比。可用性指的是导航系统在其规定的覆盖范围内提供可使用服务的能力。信号可用性是无线电导航系统的导航台所发射的信号可用的时间百分比，它同时取决于环境的物理特性和发射设施的技术水平。由于交通运输和军事活动是不间断的，因此对为这些活动服务的导航系统的可用性提出了相应的要求，导航系统的可用性一般都规定在99%以上。由于系统技术和设备技术的不断进步，导航系统的可用性在不断提高。

(撰写：郅致和　审订：丁　群)

daohang xitong de wanhaoxing

**导航系统的完好性**　integrity of navigation system　导航系统在不能用于导航时发出及时告警的能力。航行者要按照导航系统所指示的信息航行，军队要按照导航系统的指示完成军事任务，这就要求导航系统所提供的服务是可信的，而且万一不能用时(例如精度超差)，导航系统要能向用户发出及时的告警。所以导航系统的完好性指标一般都包括差错信息漏报警概率和发生差错到发出告警的时间两项内容，还有报警门限规定和虚警率。为了保证导航系统的完好性，通常要设置监视台或采取监视措施，以对导航台辐射信号的关键指标进行连续监视，当发现有问题时，要控制其停止发射和向用户发出及时的报警信息。为了保证导航用户设备的完好性，有时要采取多套设备配置，而取其中多数一致的指示信息。　(撰写：郅致和　审订：丁　群)

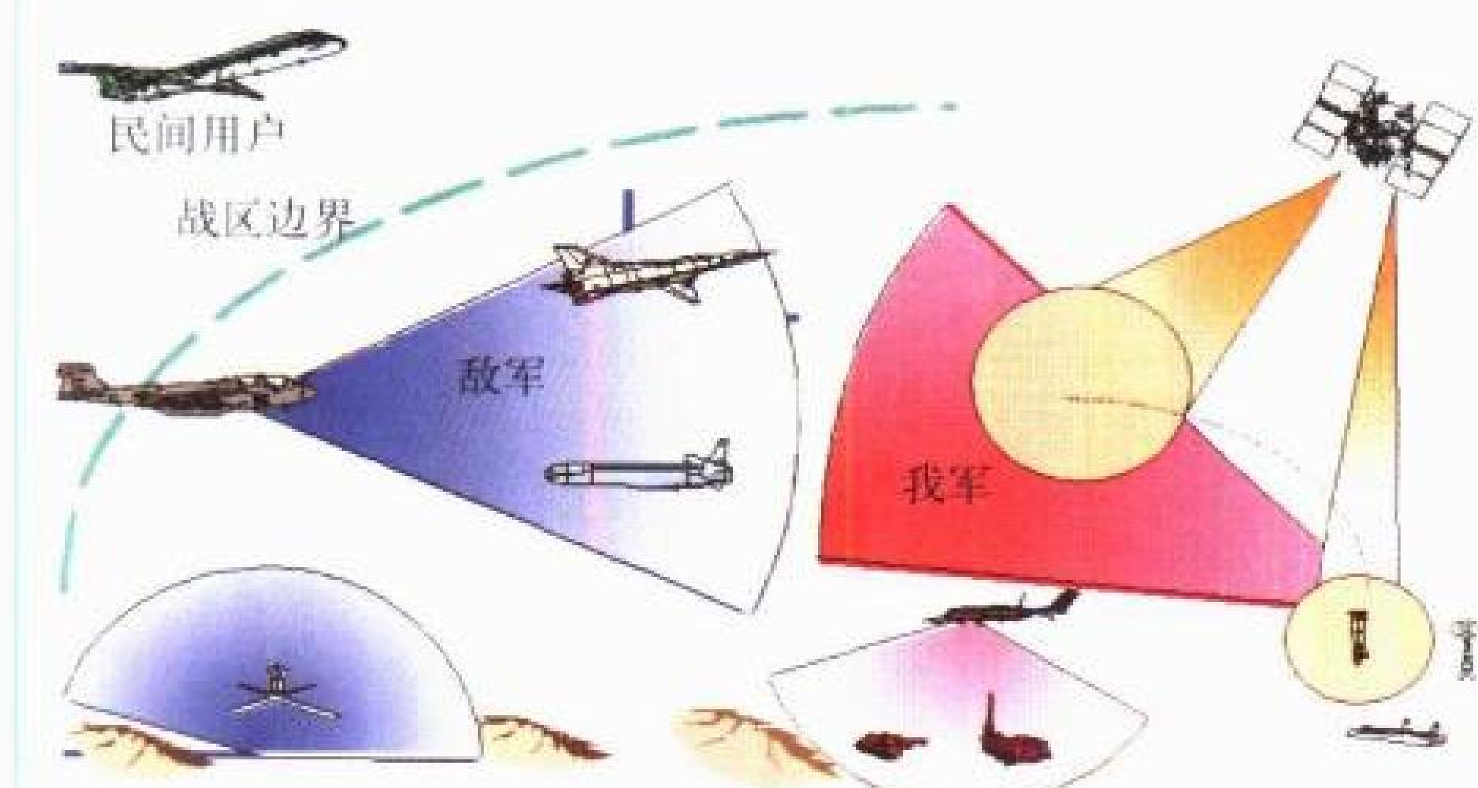
daohang xitong wucha

**导航系统误差**　navigation system error (NSE)　在使用导航系统时所产生的误差。它包含导航传感器误差、接收机误差和航道选择误差等成分，有的系统还包括由气象和传播媒体的物理变化造成的影响。NSE与飞行技术误差(FTE)合并构成总的系统误差。例如在民用航空中常用的伏尔系统，它为飞机提供相对于伏尔地面台的方位，此时由其地面台引起的误差(2σ偏差值)为1.4°，机载设备造成3°误差，而航道选择误差(CSE)为2.0°，因此其导航系统误差为3.868°。飞行技术误差是由飞行员(或自动驾驶仪)使用导航信息去控制飞机位置时造成的误差，在伏尔系统下为2.3°，因此伏尔系统的总误差为4.5°，这是用所有的误差的平方相加后再开方的方法求出来的。　(撰写：郅致和　审订：丁　群)

daohangzhan

**导航战**　navigation warfare (NAVWAR)　1996年美国国防部提出的新概念：选择最有效的方法保证美军和盟军使用全球定位系统(即美军建设与运行的GPS系统)不被中断，并阻止敌方在战区内使用该系统，同时保持在战区外的和平利用。导航战是信息战的重要组成部分，它是由卫星导航在军事上的应用而发展起来的。导航战主要包括对卫星导航信号的干扰和接收机抗干扰措施两个方面(见图)。美国为了确保

利用 GPS 获取军事优势，从 20 世纪 80 年代初期便开始进行相应技术的研究。随着 GPS 军事应用的增加，从 1996 年起

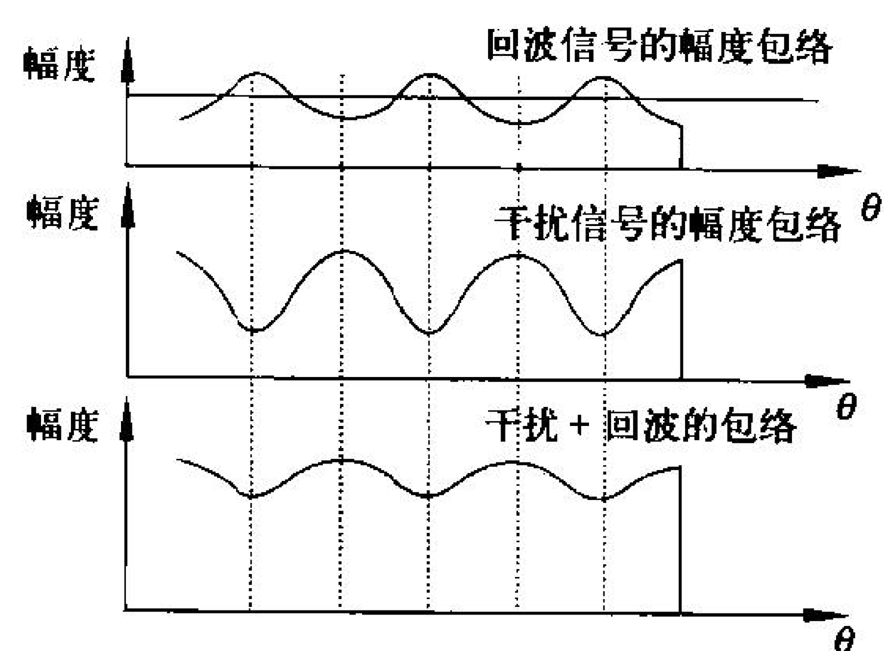


导航战示意图

开始有计划地发展导航战技术。其中包括 GPS 抗干扰技术，以保护美军战时能有效地使用 GPS。与此同时进行 GPS 干扰技术与部署方法的研究，以防止敌方利用 GPS 和其他卫星导航系统与美军对抗。（撰写：丁 群　审订：邱致和）

daoxiang ganrao

**倒相干扰**　inverse phase jamming　干扰信号调制包络的相位与辐射源圆锥扫描包络信号的相位相反的一种干扰，是一种角度欺骗干扰技术。倒相干扰的干扰原理是干扰机侦收到雷达信号并提取雷达信号的幅度包络（见图），然后将幅度包络信号反相后再用它对干扰发射信号进行幅度调制，这个信号与目标回波包络的相位相反，当这种干扰信号达到一定强度后，雷达天线就会跟踪在目标相反的方向。倒相干扰主要用来对付暴露式圆锥扫描跟踪雷达。

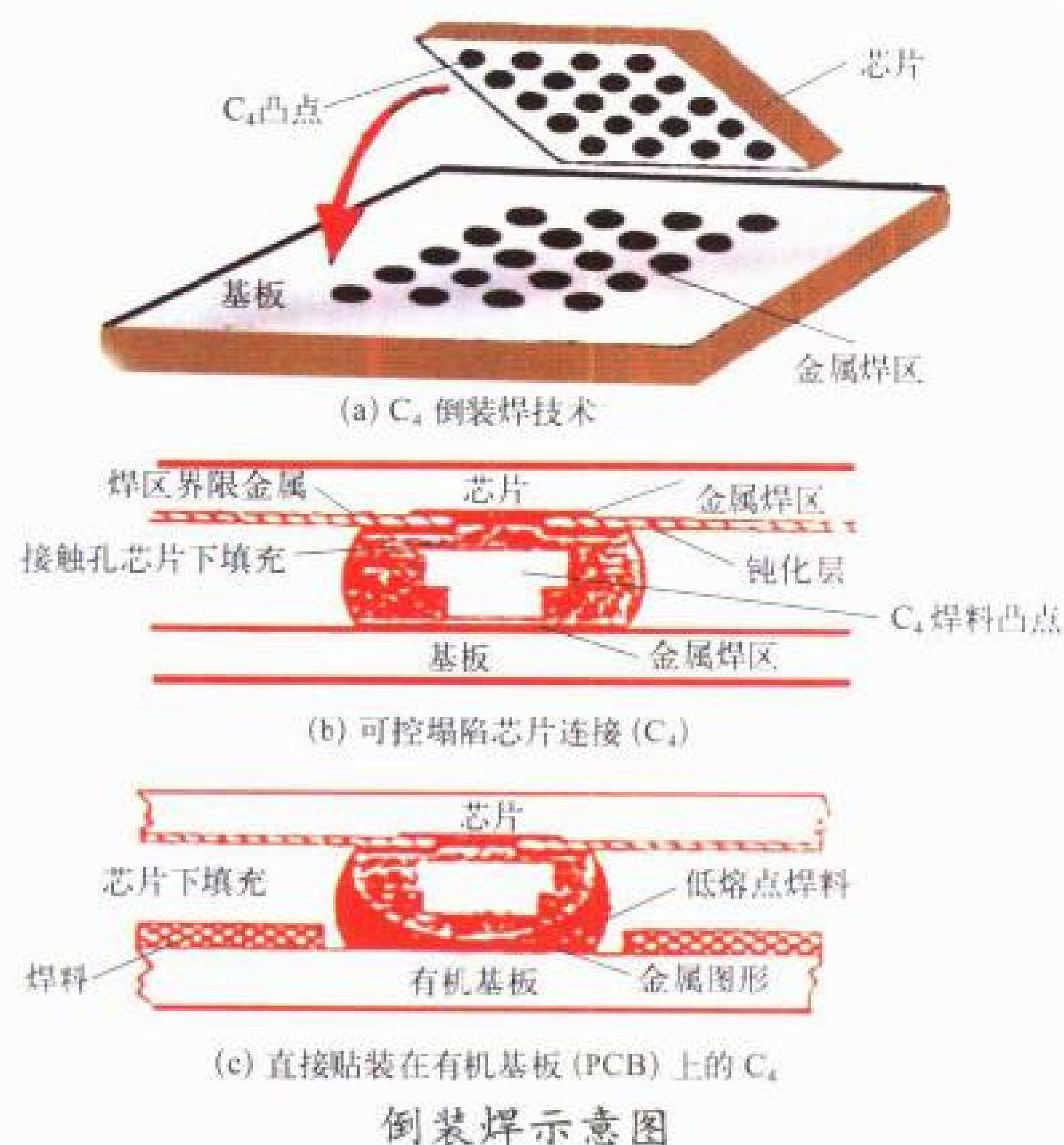


倒相干扰波形示意图

（撰写：王 燕　审订：索以宾）

daozhuanghan

**倒装焊**　flip-chip bonding (FCB)　倒装芯片正面焊区朝下，直接与基板相应焊区对准焊接的半导体芯片安装互连方法（如图所示）。倒装芯片的所有电极引出端是正面的凸起接触点（凸点），以此形成的无引线互连具有互连线最短、占用面积最小、工艺难度大、散热较困难等特点。倒装焊工艺方法主要有热压焊FCB 法、再流焊 FCB 法、环氧树脂光固化 FCB 法和各向异性导电胶粘接 FCB 法。其中应用最多的是再流焊 FCB 法，也称可控塌陷芯片连接 ($C_4$) 技术，它可采用 SMT 在 PCB 上直接芯片贴装并倒装焊。



倒装焊示意图

（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

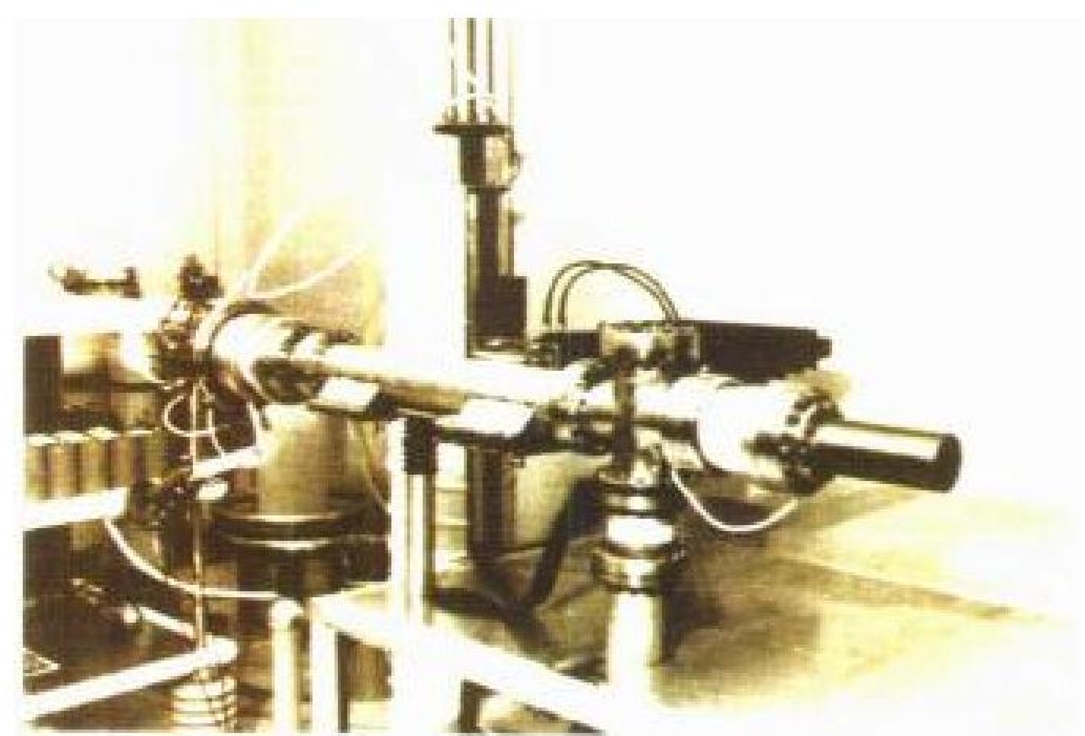
daozhuang xinpian fengzhuang jishu

**倒装芯片封装技术**　flip-chip packaging (FCP)　在集成电路芯片的电极区制造金属凸点，将芯片倒置后与在电路基板上预制的可焊电极区对准压焊实现连接和封装的技术，是新型多芯片模块（MCM）组装技术的关键之一。它有三个技术要素：凸点工艺、基板制作与散热处理。凸点工艺涉及金属与合金材料、尺寸及制造工艺，有多种方法；基板选择需根据芯片的热膨胀系数和 MCM 电路要求，做到热和电性能的相配；散热通过热设计和相应的散热装置解决。FCP 技术中的凸点间距已做到 150 μm。微处理器单元（MPU）、数字信号处理器（DSP）、高速高频 ASIC 等输入/输出引线量大的 IC 的封装已采用此技术，并可以做到多 DSP、多 MPU 封装，形成系统级封装。由于 FCP 技术完全取消了传统芯片的引线键合，最大限度地减小封装组装尺寸，降低了成本，对军事装备的小型化与高可靠有重大意义。

（撰写：陈效建　审订：林金庭）

dengliziti jiazai weibo qijian

**等离子体加载微波器件**　plasma-loaded microwave device　一种存在背景等离子体的高效高功率微波器件。包括等离子体辅助慢波振荡器、等离子体填充耦合腔行波管等。这种器件与通常的真空管微波器件在很多方面都有显著的差别，包括注的产生、传输以及与慢电磁波的相互作用等。等离子体阴极电子枪不需要热阴极的加热热子，在低压等离子体辉光放电时，阳极可以拉出高于数倍空间电荷限制电流的大电流。因此，它是可以实现高功率的微波器件。电子注在传输时，因自身形成等离子体通道，电子注不会因空间电荷力而散焦。器件无需外加磁体，大大减少了器件的体积和重量。在背景等离子体的情况下，真空电磁场与等离子体模式耦合，当电子注与混合模式作用时，使频带展宽、增益提高、效率提高。这类器件中的背景等离子体密度一般约为 $10^9$ ~ $10^{12}$/$cm^3$。目前等离子体加载耦合腔行波管放大器（CCTWT）覆盖的频率范围为 1 ~ 10 GHz，效率大于 35%，带宽大于 30%，输出功率约为 25 kW，增益 25 dB。Pasotron 已经做成的行波管放大器和返波管振荡器，工作在 L、S、C 及 X 波段。典型的电子注的电压为 25 ~ 250 kV，电子流 50 ~ 1000 A，输出功率达 20 MW，脉宽 100 μs，效率大于 25%。

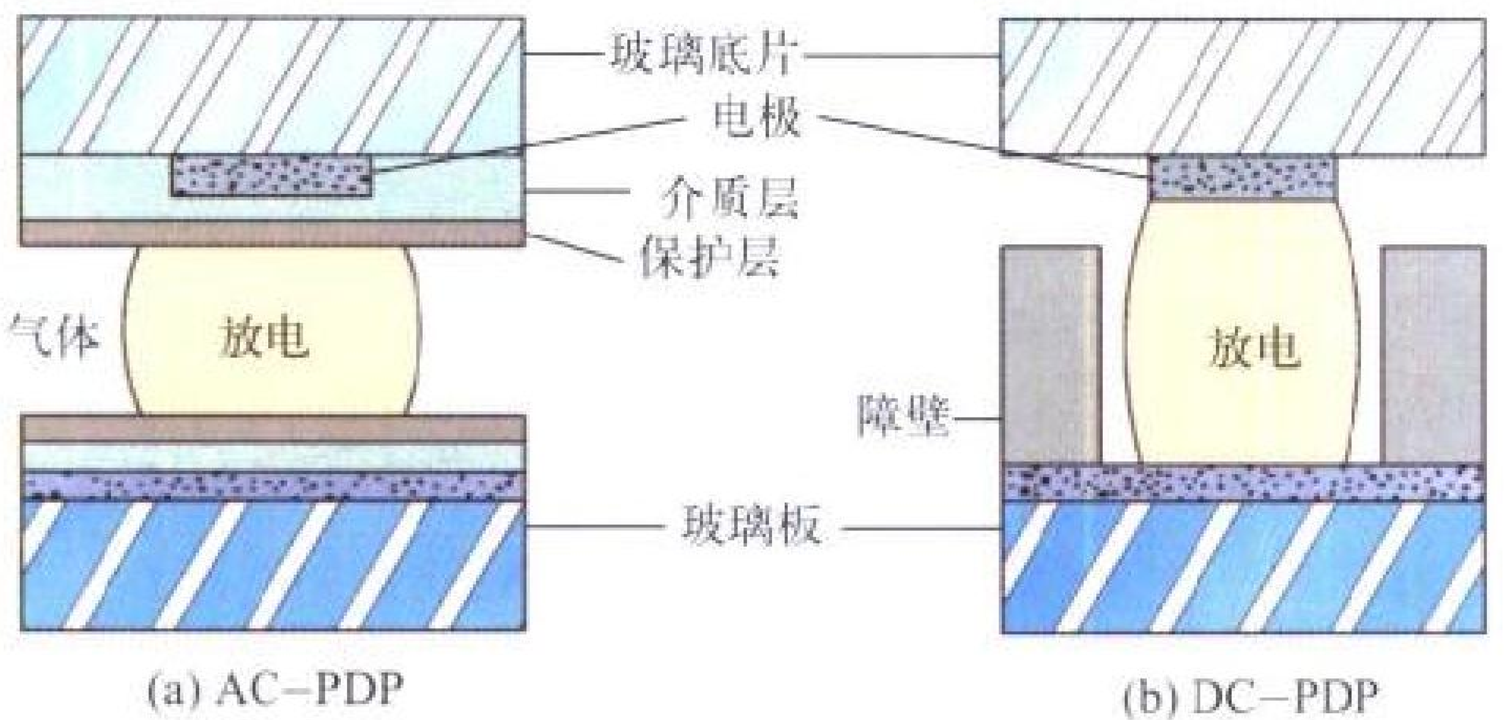

L 波段螺旋线 Pasotron 照片

等离子体加载微波器件在雷达、通信、受控热核聚变反应等国防、国民经济和科学研究中都有重要的应用前景。等离子体加载微波器件目前的工作频率已达 10 GHz，进一步缩短波长至毫米波、亚毫米波是今后发展的一个重要课题。

（撰写：杨中海　审订：廖复疆）

dengliziti xianshiqi

**等离子体显示器**　plasma display panel (PDP)　利用惰性气体在一定电压的作用下产生气体放电，形成等离子体，而直接发射可见光，或者发射真空紫外线（VUV）进而激发光致发光荧光粉而发射可见光的一种主动发光型平板显示器件。按驱动电压分为交流等离子体显示器（AC–PDP）和直流等离子体显示器（DC–PDP）（见图）。AC–PDP 因其光电和环境性能




等离子体显示器单元结构图

优异，是 PDP 技术的主流。PDP 可实现全色高亮度显示、而且具有视角大（与阴极射线管相当）、响应快、环境性能优异等特点，适合于军事应用。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

dengliziti yinshen

**等离子体隐身**　plasma stealth　利用等离子对无线电波的吸收特性，衰减雷达信号对被保护平台的照射和反射能量，以减少目标的等效雷达截面积，使敌方雷达难以发现目标或使其探测能力降低。等离子体是一种由正离子、自由电子和中性原子组成的，总体呈电中性的电离气体。在自然界中，在距地球表面 60～100 km 的高空电离层中，稀薄的空气在太阳紫外线和其他高能射线辐射的影响下发生电离效应就形成等离子体。人为的等离子体可以通过热致电离法、放射性同位素、气体放电、强激光、高功率微波等方法产生。等离子体隐身的机理是当等离子体的粒子密度达到一定的程度时，它可以衰减或阻止入射电磁波对被保护平台的照射，从而达到隐身的目的。（撰写：朱松　审订：吕连元）

difuban tianxian

**低副瓣天线**　low sidelobe antenna　天线波束最大副瓣电平相对主瓣电平低于一定比值的天线。典型均匀分布天线的副瓣为 −13dB。低副瓣天线又可分为一般低副瓣天线、甚低副瓣天线和极低副瓣天线（见表）。

**低副瓣天线分类表**

| 分类 | 副瓣电平低于主瓣电平分贝数 | |
|---|---|---|
| | 最大副瓣 | 平均副瓣 |
| （一般）低副瓣 | −25～−35 | −35～−45 |
| 甚低副瓣 | −35～−45 | −45～−55 |
| 极低副瓣 | <−45 | <−55 |

目前世界上投入实际使用的性能最好的低副瓣天线为波导裂缝阵列天线，其最大副瓣电平小于 −40 dB（习惯上定义为超低副瓣）。军用雷达中为减少地物杂波通过副瓣进入雷达以及为提高抗干扰能力，特别需要低副瓣天线。低副瓣天线的另一特点是偏离天线主波束大范围角度内的平均副瓣电平也很低。研制低副瓣天线的关键是精确地实现口径面上的幅度、相位分布。尤其是相位分布，其随机误差不得超过 1°～2°。这就要求设计时充分考虑单元间互耦对实现预定分布的影响，制造时进行精密加工，调试时用精确测量仪器进行幅、相的修正。（撰写：方能航　审订：林守远）

diguidao weixing tongxin

**低轨道卫星通信**　low earth orbit satellite communication　卫星轨道一般距地球表面 500～2000 km 的卫星通信。该通信方式是 20 世纪 80 年代后期提出的，已成为 21 世纪卫星通信发展热点。其轨道距地球表面的距离仅为同步地球轨道 GEO 的 1/20 ～ 1/80，信号路径衰耗比 GEO 低数十分贝，信号时延只有 GEO 的 1/75，这对实现终端手机化和达到话音延迟低的要求很有必要。为了保证低轨卫星通信用户在地球上任意点均可实现 24 h 不间断的通信，必须精心配置多条轨道、及一群有强大处理能力的通信卫星。已提出若干低轨道卫星通信系统，其中有代表性的是“铱”系统、全球星系统，以及泰里戴斯克（Teledesic）系统等。如全球星系统，由 48 颗卫星组成，分布在 8 个轨道平面上，轨道高度为 1389 km，可提供话音、传真、数据、短信息等多种业务服务。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

dijiehuo gailü leida

**低截获概率雷达**　low probability of intercept radar　具有较低的被截获概率，不易被电子侦察接收机发现的雷达。雷达的截获概率因子（$\alpha$）的定义如下

$$\alpha=\frac{\text{侦察接收机截获雷达辐射的距离}}{\text{雷达对侦察接收机载体的作用距离}}$$

低截获概率雷达是 $\alpha<1$ 的雷达。对现有的脉冲雷达，侦察接收机自由空间的截获距离比雷达作用距离大 15～25 dB。要降低被截获概率应尽可能做到雷达发射的功率在空域、频域和时域上分散。可以采用的技术如下：(1) 连续波体制；(2) 复杂调制的信号形式；(3) 低增益的发射天线，高增益多波束接收天线；(4) 超宽谱发射信号；(5) 高灵敏度接收技术等。这种具有隐蔽特性的雷达，克服了雷达一工作就容易被敌方截获和利用的根本性弱点，将会大大提高雷达的生存能力。舰载低截获概率连续波导航和对海监视雷达已开始装备。低截获概率雷达技术在警戒、引导和火控雷达的各个领域具有广阔的应用前景。

（撰写：张锡熊　审订：王松山）

dikong bumang leida

**低空补盲雷达**　low altitude gap filler radar　又称低空雷达（low altitude radar）。用于弥补雷达情报网低空盲区的雷达。由于地球曲率的影响，或由于多路径效应的影响，雷达情报网中的大型骨干雷达往往存在着明显的低空盲区，需要布置一定数量的近程低空雷达弥补这些盲区。用于此目的的这些近程低空雷达一般被称为低空补盲雷达。这种雷达一般为小型二坐标雷达。（撰写：刘志学　审订：匡永胜）

diwen dianzixue

**低温电子学** cryoelectronics 研究从 77 K 到绝对零度深冷范围内材料与元器件的电特性及其应用的学科。20 世纪 60 年代约瑟夫逊效应的发现不仅促进了超导电子学的形成和发展，而且为低温电子学注入了全新的内容。此后，超导电子学逐渐成为低温电子学的主要内容，但基于历史上的习惯，对于超导电子学以外低温条件下的电子学内容，仍称为低温电子学。因此，低温电子学包含低温条件下超导电子学和非超导电子学的内容，即所谓广义的低温电子学，也有人称其为低温与超导电子学。它是一门由低温物理、超导物理、固体物理、量子理论、电动力学、无线电物理与无线电电子学等相结合形成的综合性学科。研究内容涉及低温或超导状态下某些气体、金属、合金、化合物、半导体和超导体等材料的电磁和热力学特性，以及用这些材料制成的各种元器件在电磁场的作用下的特性及其应用；还涉及各类量子放大器、低温参量放大器、低温微波噪声源、低温场效应放大器，以及相关的低温电子装置和低温测试仪器、仪表等。

（撰写：邝心湖 审订：黄史坚）

diwen gongshao taoci

**低温共烧陶瓷** low temperature cofired ceramics (LTCC) 在陶瓷介质材料中加入适量助熔剂和矿化剂，主要用于高密度多层布线陶瓷基板的低烧结温度玻璃—陶瓷材料。故烧结可在远比一般陶瓷烧结温度低的温度（850～1000℃）下烧成，且由于匹配使用的布线导体浆料的烧结温度与所用介质层材料的烧结温度基本一致，因而可将介质绝缘层与导体布线图形一次共烧结形成整块独石结构陶瓷体，故称为低温共烧陶瓷。低温共烧陶瓷材料主要用于制作多芯片组件用新型高密度多层布线陶瓷基板，也可用于制作独石电容器。低温共烧陶瓷多层布线基板克服了常规厚膜多层基板需多次印刷、多次烧结的缺点，在技术上与高温共烧陶瓷技术形成互补。低温共烧陶瓷介质材料有两大类：晶化玻璃系，如堇青石系（$ZnO \cdot MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$）；玻璃复合系，如 $SiO_2 \cdot B_2O_3$ 系玻璃 + $Al_2O_3$，$MgO \cdot AhO_3 \cdot SiO_2 \cdot B_2O_3$ 系玻璃 + $SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot CaO \cdot B_2O_3$ 系。与低温共烧陶瓷匹配使用的导体浆料为 Ag、Pd–Ag、Au、Cu、Ni、Pt–Au 等低电阻率的金属浆料。采用低温共烧技术制作低温共烧陶瓷多层布线基板，是发展多芯片组件的关键技术之一，相对于高温共烧陶瓷多层布线基板而言，具有布线电阻率低、$\varepsilon$ 低、信号传输延迟和损耗较小、烧结温度低、可在大气中烧结、与 IC 芯片的热膨胀系数较匹配、可实现埋置 RC 无源元件等优点，但其导热率和抗弯强度较低。低温共烧陶瓷多层布线基板已广泛用于多芯片组件（MCM），布线层数已达数十层。低温共烧陶瓷材料的介电常数已降低到 3.4 左右，信号延迟已减到 8.5 ns/m 水平。

（撰写：杨邦朝 审订：张树人）

diwo shibie duikang

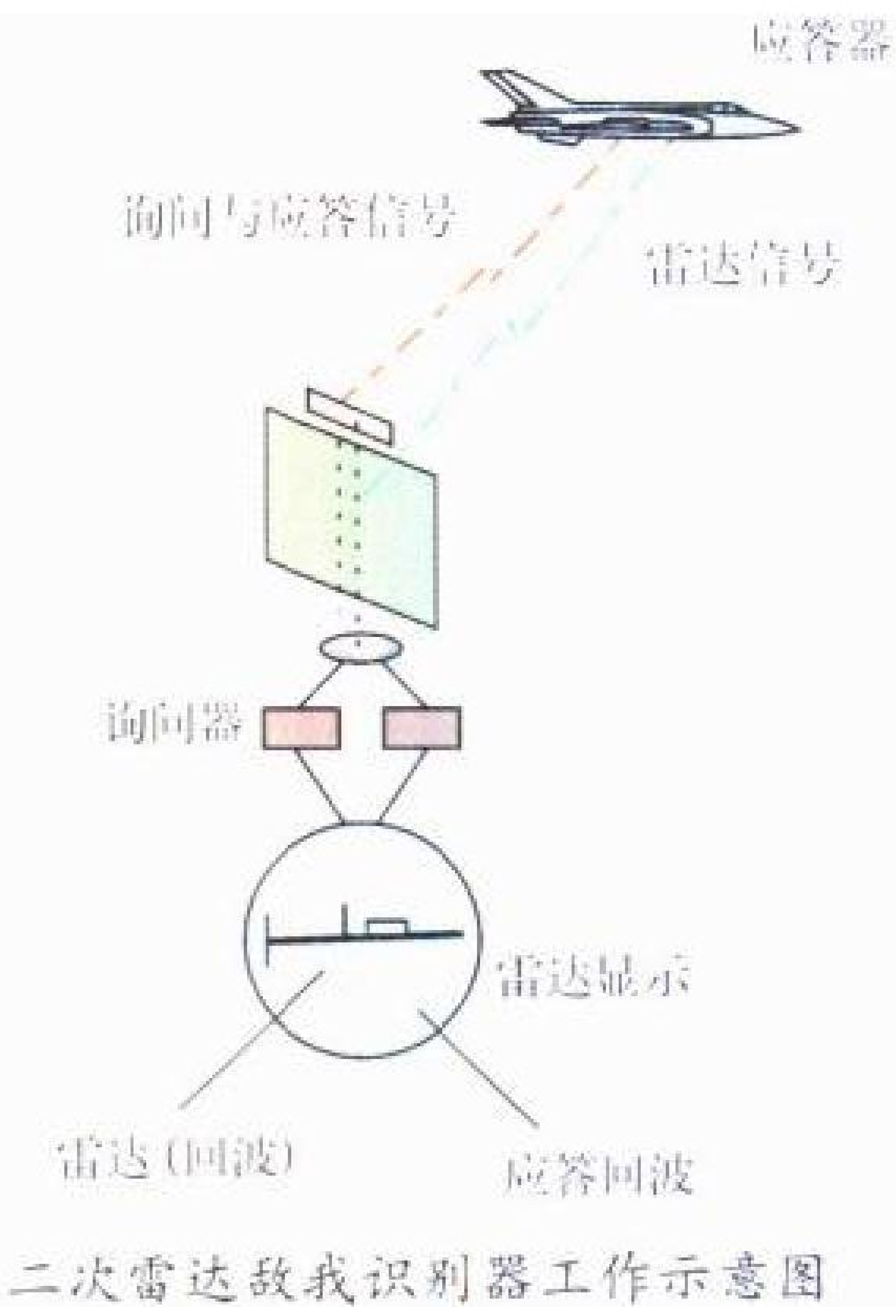
**敌我识别对抗** identification friend or foe electronic counter measure 为削弱、破坏敌方敌我识别设备的作战使用效能而采取的电子战战术和技术措施的总称。与通信系统相比，敌我识别器是一种特殊的保密通信系统，脉冲工作，峰值功率高，且收、发频率不一致。敌我识别对抗难点在于很难侦察到敌我识别信号的特征，包括频率、加密编码的对应特征等，且干扰信号和应答信号都是直接波，因此敌我识别的对抗有特殊的难度。

敌我识别对抗可以采用以下一些对抗措施：(1) 宽带噪声干扰，敌我识别器大都在 L 频段工作，而且频率范围较窄，有可能利用宽带噪声干扰，以阻塞询问应答信号的正常工作；(2) 高密度脉冲干扰，敌我识别器的脉冲工作比有限，当对其实施高密度脉冲干扰时，有可能使其饱和；(3) 欺骗干扰，这是最有效也是最困难的干扰措施，欺骗干扰效率最高，但它需要了解应答信号的细微特征，因而非常困难；(4) 杂乱脉冲干扰，这是对编码脉冲较常用也较有效的一种干扰方法。当有应答信号时，它对正常的应答信号有抑制作用，而对询问来说，可能产生模拟的应答信号，形成欺骗干扰。

（撰写：朱松 审订：吕连元）

diwo shibieqi

**敌我识别器** identification of friend or foe (IFF) 识别敌方、我方目标的装置。敌我识别器由询问器和应答器组成，询问器与雷达交联在一起，而回答器则根据需要分别安装在飞机、舰艇、坦克等武器平台上。询问器针对一次雷达发现的目标，发射一组保密的编码脉冲进行询问（见图）。若是我



二次雷达敌我识别器工作示意图

方目标，其应答器接到询问后立即回复另一组脉冲。询问器接收到该应答信号后，经译码判断为我方目标。若是敌方目标，就没有相应的应答信号。这样就可识别出目标的敌我属性，为指挥员提供完整的敌我战场态势，避免误伤己方，准确地打击敌人。

（撰写：黄致君 审订：时宏伟）

dilai

**抵赖** repudiation 实体在实施行为后对实施行为这一过程予以否认。抵赖威胁发自于其他合法实体，而不是来自未知的非法实体。例如，一电子邮件接收者由于某种原因而否认收到过该邮件。因此，抗抵赖与其他安全机制的显著差别在于保护合法实体免遭来自于系统中其他合法实体的威胁，而不是来自于未知者或非法者的威胁。在信息系统中，采用适当的密码体制和协议可有效地防止抵赖这一行为发生。

（撰写：穆良知 审订：黄月江）

dibo chaoshiju leida

**地波超视距雷达** ground wave over the horizon radar 又称表面波雷达。工作于短波波段，即高频（HF）波段，辐射和接收的能量沿着地球曲率以绕射方式传播的雷达。由于地波

的传播损失随雷达的距离加大呈指数性增长，因此按现实工程可接受的雷达规模，地波雷达的探测距离局限在数百千米，且主要用于探测海面及其上空目标。地波超视距雷达一般架设于海岸或舰艇上。舰载表面波雷达还可能通过探测舰对舰掠海巡航导弹飞行中的喷焰，使探测到弹体之前，在更远的距离上即能超视距地发现其行踪。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

diji duozhan jieli cekong xitong

**地基多站接力测控系统**　ground-based multistation relay TT&C system　沿飞行轨道按一定距离间隔布站的测控设施集合。用于远射程的飞行器全程跟踪测量。由于地球曲率的限制，单个测控站不能满足低空飞行或远射程飞行器测控通信覆盖的要求，通常采用多个地基测控站沿飞行器飞行轨道下方布站，根据飞行器轨道高度，按一定距离布设多个测控站进行接力测控，形成一个接力测控带。多站接力测控系统的主要技术难点是2站或3站交会的测控，以及交会测量数据的处理。

（撰写：于景瑞　审订：干基磊）

dikong daodan mubiao sheji zhihui leida

**地空导弹目标射击指挥雷达**　radar for directing G-A missile fire to target　地基防空导弹系统中用来进行空中目标监视和导弹射击火力分配控制的雷达，通常为相控阵三坐标雷达（参见三坐标雷达）。地空导弹目标射击指挥雷达的例子是在一个地空导弹作战系统中配置1台相控阵三坐标地空导弹目标射击指挥雷达，该雷达对防区（例如200～300 km）范围内的空中目标进行搜索监视和跟踪。然后，根据目标航迹和所属若干个导弹射击火力单元（如1个防空作战单元下属6个火力单元）的配置，经计算优化将雷达测量的目标数据转换到相应火力射击单元，并将各批目标分配给合适的火力单元进行射击。如图所示为一种地空导弹目标射击指挥雷达。

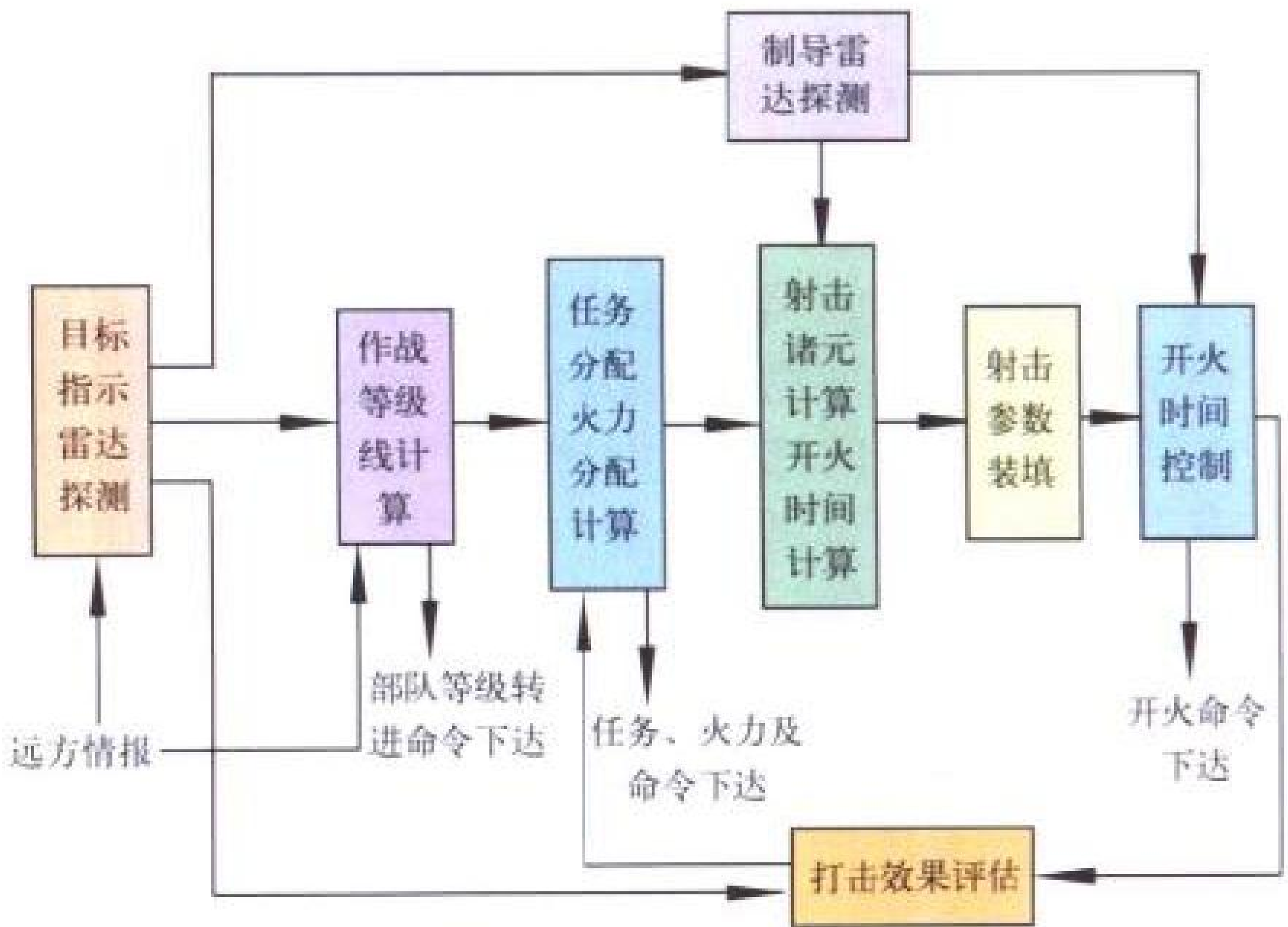


地空导弹目标射击指挥雷达

（撰写：王德纯　审订：张光义）

dikong daodan zhihui xitong

**地空导弹指挥系统**　surface to air missile command system　指空军和陆军地面防空部队的地空导弹的作战指挥自动化系统。该系统包含情报保障、作战等级转进、火力分配、射击指挥、打击效果评估等诸环节的自动化处理，其功能结构如图所示。在地空导弹防区中一般含有多个任务单位，如师、旅，每个任务单位又包含多个火力单位，如营、连。在地空导弹指挥系统中，情报保障指将防区内配置的多部目标探测雷达联网，其接收上级（友邻）的远方情报，以尽早掌握进入本防区的目标，对网内雷达探测信息进行融合处理，融合结果上报并为火力单位指示目标和提供截击计算数据；作战等级线计算包含任务单位进入一等准备线、一等时间计算和火力单位对目标的截击线和截击时间计算；任务分配和火力分配计算主要实现多任务/火力单位对多批进袭目标的最优截击分配，以获得最大作战效果；火力单位射击诸元和开火时机计算一般是依据制导雷达情报在火力单元的火控（制导）系统中进行的。打击效果评估是分阶段进行的；可依截击方案预测打击效果，也可依据对打击目标的探测信息评估打击效果，为重新进行火力分配和任务分配提供依据。在某些地空




地空导弹指挥系统功能结构图

导弹指挥系统中，射击参数装填和开火时机是由指挥员和射手控制的；而在高度数字化系统中，由于从目标探测到射击开火一体化交链，已实现闭环自动控制，可实现对高速目标的实时、精确截击。地空导弹指挥系统软件包含雷达情报综合与目标指示、作战等级线和时间计算、火力单位截击要素计算、火力分配和任务分配优化模型实时建立和求解、射击诸元和开火时机计算、图形显示软件、实时目标数据库及管理、截击方案数据库及管理、打击效果评估等功能模块。该系统的技术重点在于低空、高速目标的探测与跟踪，火力分配优化模型的实时建立与求解等。对于不同类型的地空导弹指挥系统，其截击要素计算公式和火力分配与任务分配优化模型并不相同，与火控系统交链程度也不相同。

（撰写：赵宗贵　审订：何　松）

dimian chuantou leida

**地面穿透雷达**　ground penetrate radar (GPR)　利用电磁波探测地下物体的雷达。对于大多数土壤，电波穿透深度可用下式表示

$$\delta=\frac{\lambda\sqrt{\varepsilon'}}{2\pi\varepsilon''}$$

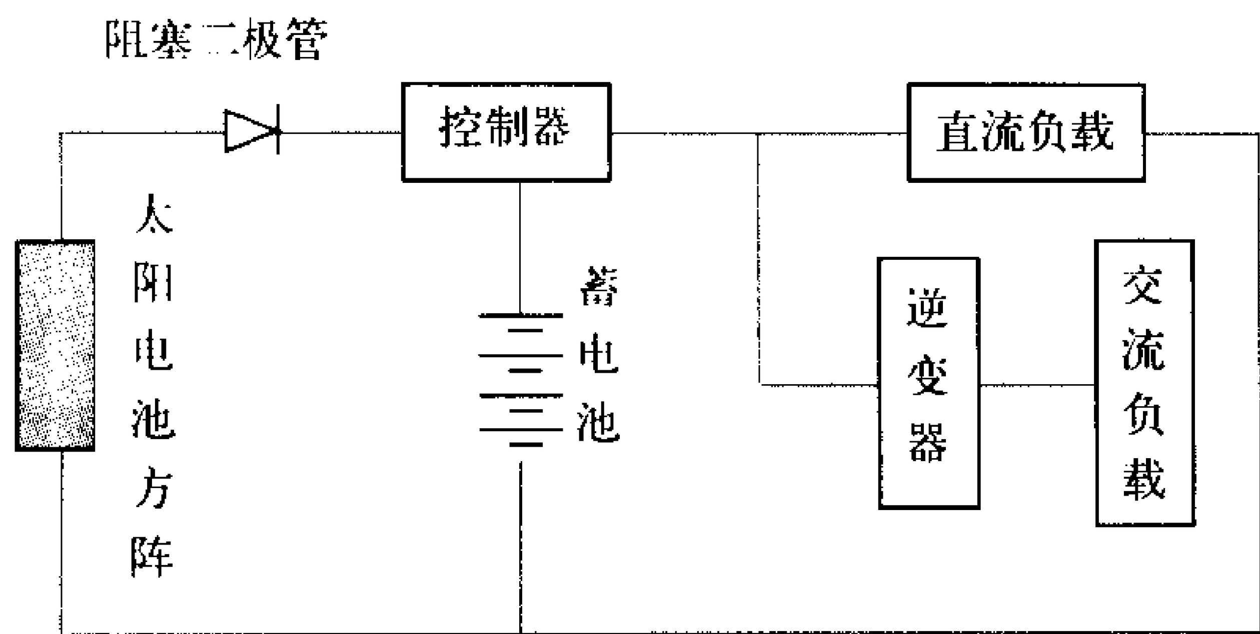
式中 $\lambda$ 为波长；$\varepsilon'$、$\varepsilon''$ 为土壤介电常数的实部和虚部；$\delta$ 为穿透深度。在米波波段，干燥沙土的穿透深度值，能达到数百米，实验表明，波长加长，穿透深度没有明显增加，2 m的波长是最佳的。低频和多极化SAR在地面穿透方面有广泛的用途。VHF SAR可以用来测量土壤湿度，在军事上监测、确定地下隐藏的目标，地下深埋的各种金属和混凝土建筑等。一种可以穿透地球浅表层、星载P波段（300MHz，带宽10MHz）SAR，已经用来测绘南极冰层厚度。

（撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

dimian guangfu dianyuan xitong

**地面光伏电源系统**　ground photovoltaic power system　由太阳电池方阵、蓄电池组、控制器和逆变器等组成的独立发电系统。这种电池原理如图所示。在太阳光照射下，太阳电池方阵给负载供电，同时提供部分电能储存在蓄电池中，以

备太阳电池在无光照或发电量不足时供给负载使用。控制器承担对蓄电池组的充、放电控制和过充过放保护；逆变器把太阳电池和蓄电池的直流输出功率转换成一般负载需要的交流形式；阻塞二极管的作用是防止太阳电池在无光照时蓄电




地面光伏电源系统原理图

池通过太阳电池放电。地面光伏电源系统的设计，需要考虑诸多因素，如平均日照时数、平均光通量、地理位置、环境条件、气候情况及有效负载等。由于太阳能是一种无需燃料，无污染的洁净能源，因而显示出强大的生命力，具有广阔的应用前景。 （撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩）

dimian kongzhi jinjin

**地面控制进近** ground control approach (GCA) 引导飞机完成精密进近与着陆的一种方法。它依靠安装在地面上的着陆雷达探测下滑中飞机的角位置和距离，由着陆领航员根据飞机相对标准下滑航道的偏差和离着陆点的距离，用无线电话指挥飞机进近与着陆，所以又称为“口令引导”着陆。GCA 主要用于军用飞机的精密进近与着陆，还能引导飞机在航空母舰上降落。GCA 的主要优点是简单、方便、无需专门训练飞行员，飞机上也不必增加任何设备，可对各种类型的飞机实施着陆引导。北大西洋公约组织选择 GCA 作为军用飞机着陆的标准方法。GCA 的缺点是飞行员处于被动引导状态，他不知道飞机的空间位置，必须完全依靠地面指挥。民航飞机有时用它作为飞机进近着陆时的监视手段。

（撰写：孟绍禹 审订：邱致和）

dimian zhongji wurenji cekong xitong

**地面中继无人机测控系统** UAV TT&C system with ground relay 采用地面中继站实现对无人机的遥控、遥测、跟踪定位和侦察信息传输的技术设施。用于地面控制站与无人机之间不具备通视条件下的测控。它由地面控制站、地面中继站和机载设备组成。地面控制站通过中继站实现对无人机的操纵控制，无人机的侦察信息和遥测参数通过中继站传输到地面控制站处理显示，地面控制站利用中继站测到的无人机距离方位数据进行计算，得到无人机的定位数据。地面控制站和地面中继站配置的定向天线具有自动搜索和跟踪能力以确保波束相互对准。中继站一般架设在地面控制站与无人机之间的制高点上，分别与地面控制站和飞机保持通视，以克服地面控制站与飞机之间的地形遮挡对电波传播的影响。

（撰写：文运丰 审订：周祥生）

diqiao bodao chuanbo

**地壳波导传播** earth's crust waveguide propagation 在地球壳层中，大陆 3～7 km、海底 1～2 km 以上为导电率较高（$10^{-1}$～$10^{-4}$ S/m）的沉积岩；约 40 km 以下则为无水的硅酸盐矿物集合体，由于温度升高，游离电荷增多，导电率增高；中间则为导电率较低（$10^{-5}$～$10^{-11}$ S/m）的花岗岩和玄武岩，因而形成类似于地—低电离层波导的地壳波导。主要特性：(1) 波导空间高度为 20～30 km，导电率为 $10^{-6}$～$10^{-7}$ S/m 时，由于波长缩短效应，截止频率与地—低电离层波导差不多，即 ELF 以下只存在 TEM 模；(2) 上覆盖层对 $10^2$～$10^3$ Hz 频段大气噪声的衰减可达 100 dB 以上；(3) 在 $10^2$～$10^3$ Hz 频段，波导衰减率约 0.1 dB/km，比地—低电离层波导约高 3 个量级。但考虑到它对大气噪声的屏蔽作用，对通信应用仍具有吸引力。主要问题有二：一是大功率能量输入困难较大；二是波导空间水平方向可能出现断层而不连续。因此，一直未能有效应用。 （撰写：熊皓 审订：童志鹏）

dixia haishui dianbo chuanbo

**地下(海水)电波传播** underground (sea) radio propagation 电磁波在半导电非均匀岩层和海水中传播，由于其导电率较高，因欧姆损耗而严重衰减，并伴随反射、散射、折射及边界导引等多种传播效应。因此，一般使用 VLF 以下频段。在沉积岩层中，数百赫兹电波的穿透深度也只有数千米，在海水中则仅为数十米。主要应用有：(1) 对潜艇的通信指挥、为使电波达到潜艇安全深度（至少 100 m）以下，频率需低于 100 Hz 。美、俄地面发射台使用的频率分别为 76 Hz 和 8 Hz，天线庞大而辐射效率低。因此，目前仍在探索新的 ELF 发射手段，包括开展星载发射系统（直径为 300 m 的大环，天线电流达 30 A）和大功率高频加热电离层激发 ELF 等实验研究。(2) 军事坑道及矿井巷道通信，为避免设备庞大，一般应用中短波至中长波。当采用埋地天线，传播模式为侧波，即以接近全反射角入射于地表边界的电波，在穿出地表的过程中因折射效应沿边界上侧被引导传播，处于地下的接收点，可收到侧波泄漏的波。为克服巷道弯曲的影响，在巷道中可采用半有线半无线的泄漏电缆通信方式。(3) 地下电磁探测，包括地质结构和异物（地雷、矿物等）探测，人工源有电极法、钻井透视法、表面阻抗法及脉冲探地雷达等，自然源有大地电磁法。 （撰写：熊皓 审订：童志鹏）

dixia tongxin

**地下通信** underground communication 将通信设备全部设置在地下，利用长波和超长波或漏泄电缆的通信。电波传播方式有表面波、地下波、地下波导和漏泄电缆四种：(1) 收发天线放在地下数十米处，电波自天线辐射出后穿过地层到达地面，沿地表传播至接收处，再深入地下到接收天线。优点是传播损耗小，通信距离远，缺点是收发天线埋地较浅，抗毁能力差；(2) 收发天线放在地下数百米深处，电波完全在低电导率岩层中直接传播，通信距离比较短，数千米至数十千米；(3) 利用地表覆盖层下缘与高电导率莫霍层上缘形成的波导进行远距离通信（1000～2000 km），需要开凿深井；(4) 依靠在矿井或隧道敷设漏泄电缆漏泄出的电磁场耦合至无线电台实现通信，工作频率为甚高频或特高频频段。地下通信在军事上具有重要意义，多用于导弹发射场与地下控制中心之间。第四种多用于民间矿井流动人员、移动车辆的通信和地铁固定台站与列车之间的通信。

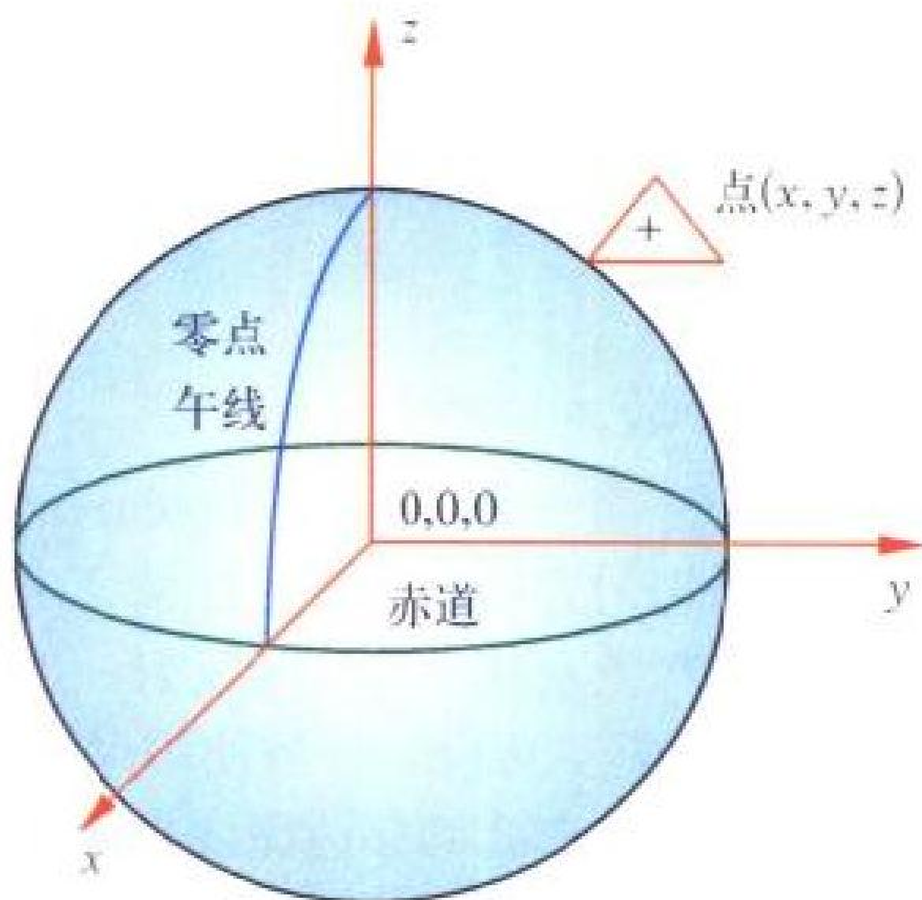
（撰写：司徒梦天 修订：李振邦 审订：程 婵）

dixin gulian zuobiaoxi

**地心固联坐标系** earth centered, earth fixed coordinate system (ECEF) 将坐标系的原点与地球质心相固联的坐标系，

D

包括地心固联直角坐标系(ECEF rectangular coordinates)和地心固联测地坐标系(ECEF geodetic coordinates)。地心固联直角坐标系用于定义相对于地球参考椭球的三维空间位置($x$, $y$, $z$)。该坐标系的原点位于地球的质心，$z$轴指向北极，$x$轴为零子午线平面与赤道平面的交线，$y$轴在赤道平面内，并相对于$x$轴向东旋转90°，从而构成一个右手直角坐标系(见图)。地心固联测地坐标系用基准椭球来表示地球，以纬




地心固联 xyz 坐标系

度$\lambda$、经度$\phi$和距标称椭球面的高度$h$来表示位置($\lambda$, $\phi$, $h$)。 (撰写：丁群 审订：邱致和)

dixing gensui he dixing huibi jiguang leida

**地形跟随和地形回避激光雷达** terrain following and terrrain-avoidance laser radar 用于探测地形变化，提供飞行控制信息的飞行体载激光雷达。所提供的信息，用以使飞行体保持某一选定的相对高度(离地面高度)，在垂直平面内随地貌机动飞行的，称为地形跟随激光雷达；用以使飞行体保持某一选定的绝对高度，在水平面上绕开障碍物飞行的，称为地形回避激光雷达。飞行体载激光雷达往往同时具有地形跟随和地形回避功能，而且与计算机、自动驾驶仪、无线电高度表和飞行控制机构等组成地形跟随地形回避系统，用于保障超低空突防的飞行安全。

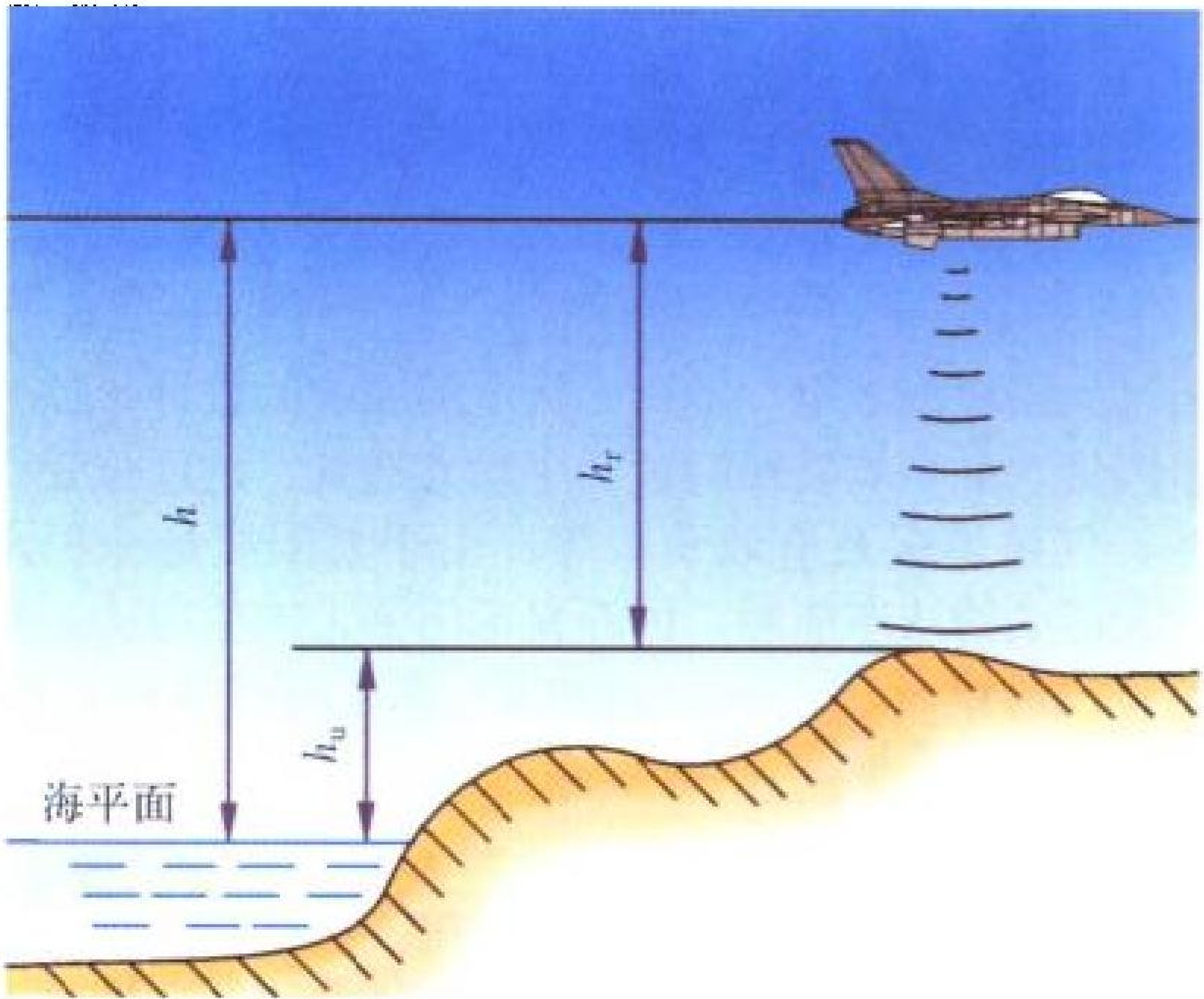
(撰写：王戎瑞 审订：梅遂生)

dixing guancha leida

**地形观察雷达** terrain observation radar 一种安装在飞行器上的观察地球表面的成像雷达。这种雷达一般采用侧视雷达。早期曾采用真实孔径的侧视雷达，真实孔径天线的侧视雷达利用短波长和长天线获得窄波束，能得到高质量的测绘图像。目前采用侧视成像雷达观察地形，成像雷达具有高分辨率及较强穿透力的对地观测能力，有多波段、多极化、可变视角的不同反射特性，能大范围、快速、实时获取对地测绘数据，可不失时机地满足对地球热点地区军事地理信息的需求。近年来又开发了精确测量地形高度的干涉仪测量法成像技术，极大地提高了成像雷达的应用潜力。星载成像雷达测高精度可达10 m，机载成像雷达测高精度可达0.1～1 m，军事测绘需求的空间分辨率为3～10 m。以航天飞机载地形观察雷达为例，美国国家航空航天局(NASA)和美国国家图像地图局(NIMA)合作的航天飞机机载雷达地形成像(SRTM)工程，在一次地形成像任务中，可得到陆地表面80%的三维地形图，距离分辨率为30 m×30 m，高度精度为16 m，提供了有关地球陆地非常完整的数字地形图，并建立了数字地形数据库。 (撰写：单荣光 审订：倪晋麟)

dixing lunkuo pipei yu haidi lunkuo xitong

**地形轮廓匹配与海底轮廓系统** terrain contour matching (TERCOM) and sea bottom profile system 地形轮廓匹配是地形辅助导航方法的一种，适用于在不平坦地区低空使用、对引导作战飞机低空突防和攻击藏在山区的目标十分有用。飞机上必须载有要飞越区域的地形标高数据库、气压与雷达高度表、惯性导航仪和数据处理器。当飞机向前飞行时，将由气压与雷达高度表测得的绝对与相对高度相减，便得到一条所经过地形的起伏曲线(见图)。将此曲线与地形标高数据库




地形轮廓匹配示意图

中的数据相拟合，找出其中拟合最好的路径，便能确定飞机的当前位置，再以这个位置作为观测量去校正惯性导航仪(卡尔曼滤波)，便能不断保持精确的导航，在地形起伏较大时，TERCOM的精度较高，位置误差在100 m以下。地形辅助导航是自主系统，抗毁性高，不向空间(只垂直向地面)辐射电波，因而隐蔽性和抗干扰能力良好，但在海上、平原和高于300 m的高度上不能用。海底轮廓系统的工作原理与地形轮廓匹配十分类似，用于潜艇水下定位。相对于海底高度的测量装置为声呐，而不是高度表。位置精度可达200 m。

(撰写：邱致和 审订：丁群)

dixing lunkuo yu xielü pipei

**地形轮廓与斜率匹配** terrain contour and slope matching 一种实现地形辅助导航的方法，由桑迪亚惯性地形辅助导航(Sandia Inertial Terrain-Aided Navigation，SITAN)系统所采用，通过机载惯性导航连续产生飞机的位置数据，再按此从地形标高数据库中查出相应的相对高度数据，将这个高度数据与由雷达高度表实测的数据相比较，得到差值。这个差值由惯导、雷达高度表以及标高数据库数据的误差引起，利用卡尔曼滤波器分解出由惯导引起的部分。借助于地形斜率数据求出惯导误差，以此作为观测量(用卡尔曼滤波法)去修正惯导的位置、速度及航向等输出量，从而维持精确的导航。SITAN方法差不多可每秒1次地对惯导进行修正，因此较适合于高机动飞机，而地形轮廓匹配每次要飞50～100 s才能得到较好的地形拟合精度。在地形起伏较大时，两种方法性能相近，但当地形起伏较小时，SITAN由于利用了地形斜率，所得的精度较高，而且当平坦度造成地形轮廓匹配不能工作时，SITAN还可工作。 (撰写：邱致和 审订：丁群)

disandai yidong tongxin

**第三代移动通信** third generation mobile communication 采

用 IMT-2000 国际移动通信标准的移动通信系统。IMT-2000 是第一个由国际电信联盟(ITU-R)制定的移动通信标准。其区别于缺乏国际标准的第一代模拟移动通信系统和第二代数字移动通信系统的主要特征为：(1) 全球业务，包括端机移动性、用户移动性(UIM用户识别模块)、服务可搬动性(无缝隙服务)和号码搬动性(全球漫游)；(2) 高质量业务，具有与固定网络等效的高质量；(3) 适应各种无线电环境的业务，如室内—室外、市区—农村、步行—高速机动、全球卫星通信，其相应数据率为：全球卫星通信 9.6 kb/s、高速机动环境 144 kb/s、步行环境 384 kb/s、室内环境 2 Mb/s；(4) 移动多媒体业务，具有端机移动性和高速数据率(384 kb/s～2 Mb/s)，弹性 QoS；(5) 移动 IP 业务，可与因特网互联；(6) 全球统一分配(1992 年)2 GHz 使用的频段的 230 MHz 带宽，包括卫星移动通信频段在内，并在 2000 年作了扩充。

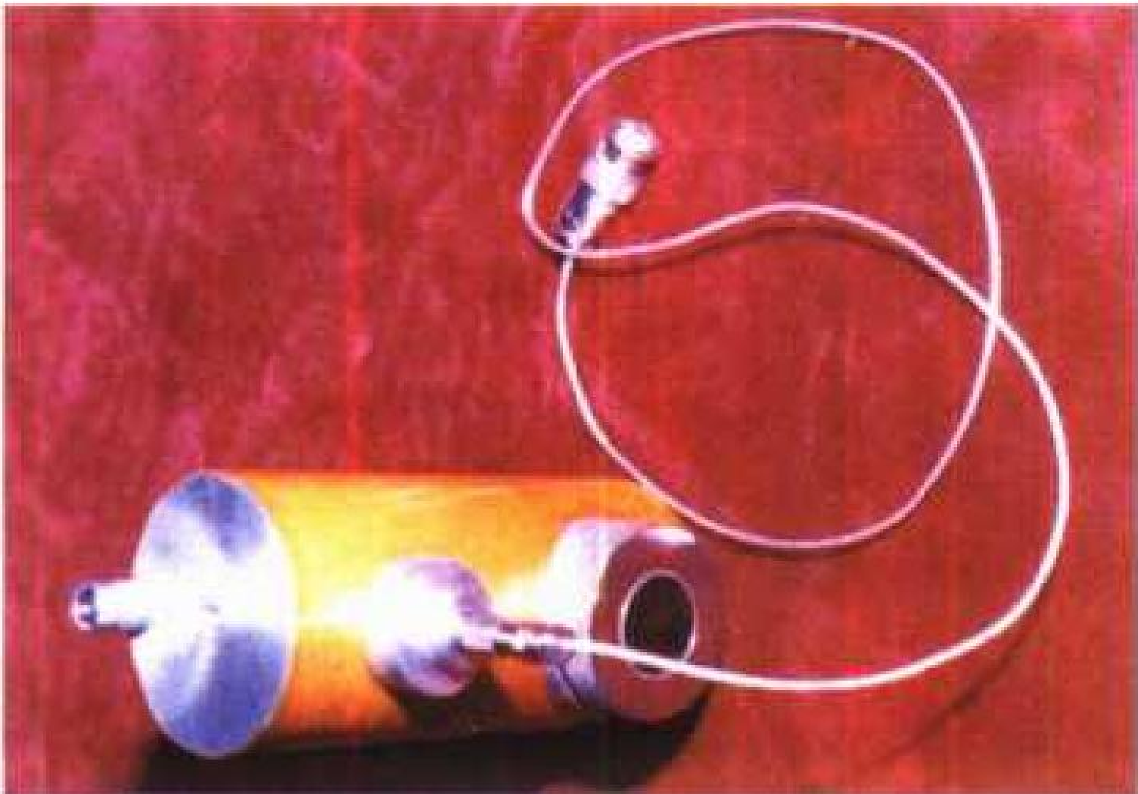
IMT-2000 无线传输标准

| 名称 | 技术 | 多址方式 | 双工方式 | 提交国、地区 |
|---|---|---|---|---|
| IMT-DS | WCDMA | CDMA | FDD | 欧洲、日本 |
| IMT-MC | CDMA2000 | CDMA | FDD | 美国 |
| IMT-TC | TD-SCDMA | CDMA/ | TDD | 中国 |
| | TD-CDMA | TDMA | | 欧洲 |
| IMT-SC | UWC-136 | TDMA | FDD | 美国 |
| IMT-FT | DECT | TDMA | TDD | 欧洲 |

1999 年 11 月，ITU 确定了 IMT－2000 无线传输技术的五个家族标准，如表所示。中国首次在移动通信领域提出了 TD-SCDMA 国际标准建议，得到通过；IMT-2000 的网络将从第二代系统的 GSM 核心网(MAP)和 CDMA 核心网(ANSI-41)的基础上演进而成。IMT-2000 预计在 2002 年左右开始商用。（撰写：李少谦　修订：童志鹏）

digegong tanceqi

**碲镉汞探测器** HgCdTe detector 以 HgCdTe 三元系化合物半导体单晶作红外光敏元的探测器。不同化学配比的 HgCdTe 材料可制成不同响应波长的探测器，其中包括短波、中波、长波、超长波红外光电导探测器和中、长波红外 Sprite 探测器；短波、中波、长波(77 K，截止波长为 12 μm 左右)红外光伏探测器，用于外差探测的 P-N 结、PIN 结和光电导探测器；用于近红外至短波红外的雪崩光电二极管探测器等。HgCdTe 探测器的特点是量子效率高。光电导和光伏探测器在短波、中波和长波红外的典型工作温度分别为 300 K、195 K 和 77 K。光电导探测器业已成熟。光伏探测器可制成中、大型焦平面阵列，是当前军事应用首选的长波红外光伏探测器。HgCdTe 探测器的军事应用范围广阔，参见红外探测器。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）


400MHz 高频长波光伏碲镉汞探测器

dianji luqu

**点迹录取** plot extraction 点迹是被判为目标的一组含有目标坐标信息的参数。点迹录取是雷达在杂波和噪声背景下以一定方式提取(又称录取)目标点迹的过程。录取的点迹可能是目标点迹，也可能是虚警点迹，虚警点迹将在雷达数据处理的航迹相关中加以滤除。在雷达录取设备中把超过检测门限的雷达回波输入到点迹预处理器或数据处理计算机中，由预处理器或计算机将回波加工成要求的点迹。根据电磁波在雷达与目标间传播路径上的延时获得目标的距离坐标，通过求回波序列中心或单脉冲测角方法获得目标的角度坐标，在相参雷达中可利用快速傅里叶变换(FFT)等方法得到目标的多普勒频率及相应的径向速度。雷达录取设备、预处理器的设计以及数据处理计算机中点迹录取软件的编制，与雷达体制以及所要获得的信息有关，是一个软硬件相结合的设计过程。（撰写：徐振来　审订：吴增辉）

dianbo chuanbo moshi

**电波传播模式** electric wave propagation mode 电波传播的方式。当一定频率和极化的电波与特定媒质条件相匹配时，将具有某种占优势的传播信道和传播模式。在地球及其大气环境中，电波传播模式主要有：(1) 反射传播，长波至短波(30 kHz～30 MHz)主要借助电离层反射(包括多次反射)而越过地球曲率到达远方(天波)；(2) 绕射传播，地面激发的电波沿地面以地波传播，波长愈长绕射能力愈强，中波在白天因电离层吸收大而地波仍起着重要作用，稳定的长、中波地波可用于中、远距离导航；(3) 波导传播，甚低频以下电波可借地表层和低电离层构成的有耗球壳波导(及空腔谐振)传播；短波高端也可能在电离层上层波导中被引导或以滑行方式作极远距离(以至环球)传播；超短波至微波可在对流层各种大气波导中传播；(4) 散射传播，超短波至微波可利用对流层湍流与电离层电子密度不均匀性散射及自由电子的非相干散射进行传播；(5) 返回散射传播，短波经电离层反射至远方，由目标及地面散射，部分射线再经电离层反射到原发射点的传播；(6) 穿透传播，超短波以上频段可穿透电离层传播，1 GHz 以下主要是电离层影响，10 GHz 以上主要是对流层影响，1～10 GHz 两者都重要；(7) 哨声模传播，甚低频(数千赫兹)以下频段可沿地磁场力线穿过电离层和磁层在两半球共轭区间传播，由于显著的色散效应，信号谱分量按频率的高低先后到达而形成哨声。

（撰写：熊皓　审订：童志鹏）

dianbo fashe jishu

**电波发射技术** electric wave transmitting technology 利用电谐振子(如偶极子、半波振子)的振荡产生电磁辐射的技术。无线电通信发射机、雷达发射机和敌我识别器的发射部分就是一些典型的电波发射装置。在通信系统中，发射机能把各种信息信号变成射频信号，经放大后再将输出的射频功率馈送给天线，以无线电波的形式向外辐射出去。在雷达系统中，发射机所产生的射频能量经雷达馈线系统传输到雷达天线，再发射到空间。总之，凡是利用电磁波作为载体传递信息的设备，都用到电波发射技术。通常发射系统的技术参数主要有：工作频率、频带宽度、输出功率、发射效率、脉

冲宽度和重复频率、信号波形和稳定度等。

（撰写：王 雁　审订：黄史坚）

dianbo jieshou jishu

**电波接收技术** electric wave reception technology　通过天线把从远方传来的带有信号的电磁波转换成电动势输送到接收设备，再由接收设备把电信号还原成从远方传来的信号的技术。通信接收机、雷达接收机和敌我识别器的接收部分就是一些典型的电波接收装置。雷达接收机的作用主要是变频、滤波、放大和解调等；滤波的作用是滤除无用的干扰信号而保留有用的目标回波信号；放大和解调的作用是从回波信号中提取目标距离、速度和角度信息，以模拟或数字信号的形式传送给显示器或计算机等终端设备。总之凡是接收以电磁波作为载体传来的信息的设备，都用到电波接收技术。接收机主要技术参数是灵敏度、选择性、工作频率、信号带宽、可靠性和抗干扰性等。（撰写：王 雁　审订：黄史坚）

diancibo

**电磁波** electromagnetic wave　一种物质存在的形态。与常见的物质弹性波（如水波、声波）一样，具有力学性质和能量，但与一般物质波动形态有本质的区别，它不是物质质点的波动，而是由电场和磁场两个相互联系的波动矢量构成的力场运动，能在真空中以光速传播。电磁波最基本的激发机制是电荷的加速运动或电流的时间变化。1864年麦克斯韦总结已有的电磁学实验定律，从数学上预言了电磁波的存在和光的电磁波本质，以麦克斯韦命名的场方程描述了宏观电磁波的基本规律。1888年赫兹则用实验证实了电磁波的存在。紧接着，提出了两大应用方向的设想，并开展了相应的实验。一是1895年马可尼（M.G. Marconi）和波波夫（A.C.Popov）分别进行了短距离的无线电报接收实验；1901年马可尼实现跨越大西洋的无线电信号传送；二是1899年特斯拉（N.Tsla）进行的高功率无线电传输。100年以来，在远距离传送小能量信息方面，包括通信、雷达、导航、遥感遥测、广播电视等国防和民用领域，取得了丰硕的成果，应用频段不断向高低两端扩展。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

diancibo chuanbo

**电磁波传播** electromagnetic wave propagation　在波源激励下，电磁波具有能量和动量，以能流形式在一定的空间进行传播。按照惠更斯原理，由波源激发的任一波阵面上的每一点，都可看作次级球面波的波源，下一波阵面上任一点的波动，将是前一波阵面所有次级点源贡献之和。由此，菲涅尔建立了传播主区的概念，即收发两点间所有次级波源，在均匀空间的情况下，形成以收发点为焦点的一系列正、反相叠加的椭球带域（即菲涅尔带），接收点干涉叠加的结果仅剩下靠近两点连线半个带域的作用。对于频率很高（波长很短）的电磁波，主区横截面很小，即可视为射线传播。电磁波在传播过程中，其电场和磁场总是有机结合为携带能量的整体，它们相互垂直并垂直于波矢量；在数学上，两个场量一般可通过同一辅助矢量求得，故常简称为电波传播。电波具有有限的传播速度并与媒质的电磁参数有关，在一般情况下，载波的传播速度为相速，波包的传播速度（也是能流速度）为群速；在真空中它们都等于光速。因此，均匀介质中的电波传播体现在时间上的群延迟与相位滞后和空间上的能量扩散衰减。在实际环境中，电波传播过程就是电磁波与媒质相互作用的物理过程，可能出现折射、反射、绕射、散射、波导引导和吸收、色散、多普勒频移、多径干涉及各向异性与非线性等一系列效应，从而导致信号的衰减和畸变，包括射线弯曲、幅度起伏、频率偏移及波形畸变等。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

dianci bopu

**电磁波谱** electromagnetic wave spectrum　电磁波的波长或频率，具有连续的分布，按其长短或高低顺序排列，相应地称为波谱或频谱，详见表1和表2。

**表1 无线电波频（波）段的划分**

| 波段名 | 亚毫米波 | 毫米波 | 厘米波 | 分米波 | 超短波 | 短波 | 中波 | 长波 | 其长波 | 特长波 | 超长波 | 极长波 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 微波 | | | | SW | MW | LW | | | | |
| 波长 $\lambda$ | 0.1～1 mm | 1～10 mm | 1～10 cm | 10～100 cm | 1～10 m | 10～100 m | 100～1000 m | 1～10 km | 10～100 km | 100～1000 km | $10^3$～$10^4$ km | $10^4$km 以上 |
| 频率 $f$ | 3000～300 GHz | 300～30 GHz | 30～3 GHz | 3000～300 MHz | 300～30 MHz | 30～3 MHz | 3000～300 kHz | 300～30 kHz | 30～3 kHz | 3000～300 Hz | 300～30 Hz | 30Hz 以下 |
| 频段名 | | EHF 极高频 | SHF 超高频 | UHF 特高频 | VHF 甚高频 | HF 高频 | MF 中频 | LF 低频 | VLF 甚低频 | ULF 特低频 | SLF 超低频 | ELF 极低频 |

**表2 电磁波（频）谱**

（波长 $\lambda = 10^N$，频率 $f = 10^M$ Hz）

| 名称 | 宇宙射线 | γ射线 | X射线 | 紫外线 | 可见光 | 红外线 | 无线电波 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N$ | <−16 | −16～−11 | −11～−8 | −8～−7 | −7～−6 | −6～−3 | −3～11 |
| $M$ | >24 | 24～19 | 19～16 | 16～15 | 15～14 | 14～11 | 11～−3 |

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

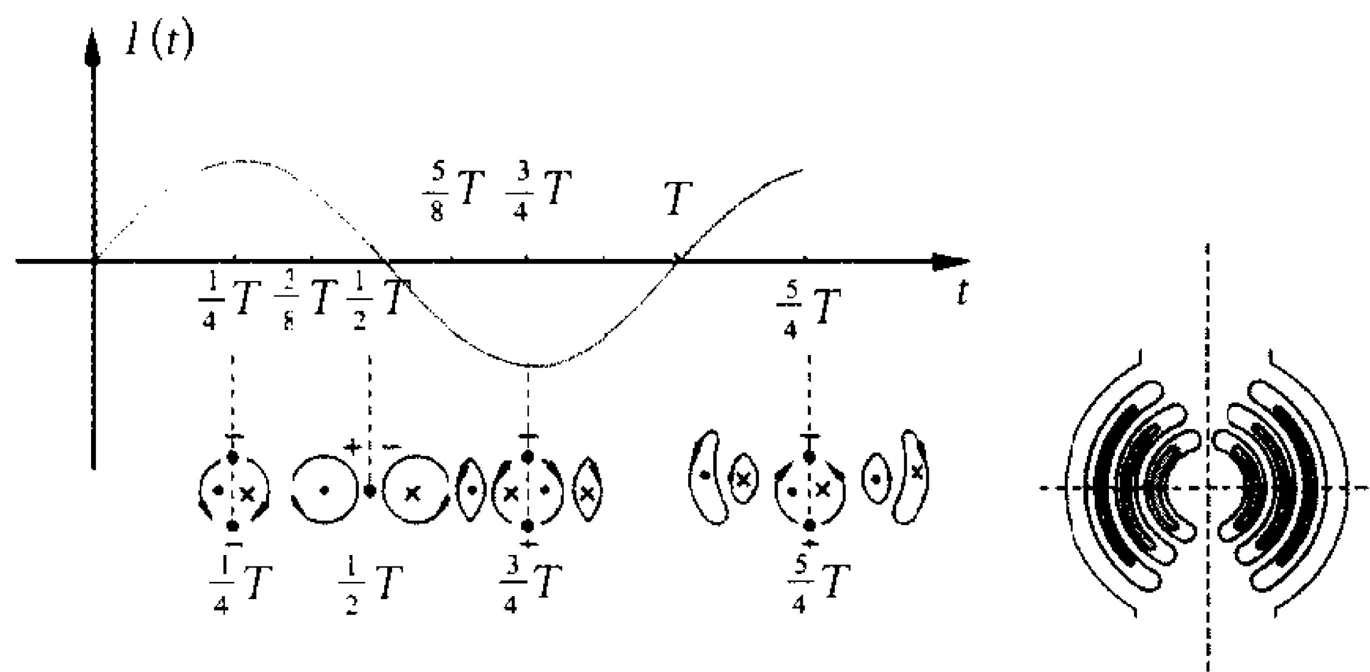
dianci fanyan

**电磁反演** electromagnetic inversion　由散射体外部散射场时、空、频域分布特性的遥感探测结果，推断（或称重建）被测目标和媒质的几何形态与电参数特性，称为电磁反演。这里“散射”包含着透射、反射、折射、绕射及散射等物体电磁响应的总概念。反演问题又称为逆散射或逆问题。与其相对应的是正散射或正问题，是研究已知特性的媒质和物体对电磁波的响应，从而得出场的时、空分布特性，亦即电子系统电波传播信道预测问题。逆散射最常见的是逆媒质问题，也有逆源问题。散射场与媒质及源的参量之间一般为非线性关系，同时，反演存在固有的非惟一性，因而反演问题通常难度很大。（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

dianci fushe

**电磁辐射** electromagnetic radiation　加速运动的电荷或交变电流激发交变电磁场，而电场与磁场的时间变化相应地制约磁场与电场的空间分布，这种在时间和空间上的相互联系和相互制约，形成空间中传播的电磁波，即为电磁辐射。电偶极子（或长度远小于波长的电流元）可视为最基本的辐射单元。在线性媒质中，任意形状辐射体的场，原则上可由偶极

子辐射场的矢量叠加求得。图中给出了交变电偶极子辐射过程中电场、磁场力线运动的示意图（电场力线位于纸面，磁场力线垂直于纸面，×为进，·为出）。偶极子可视为点源，由求解场方程知，所激发的电磁场可分为三部分：(1) 与射径三次方（$R^3$）成反比的准静电场；(2) 与$R^2$成反比的感应电磁场；(3) 与$R$成反比的形成沿$R$方向传播能流的辐射场，其电场、磁场和能流密度三个矢量按右手螺旋法则相互垂直。



电场、磁场力线运动示意图

在$R=\lambda/2\pi$（$\lambda$为波长）处，三种场分量相等；当$R \geqslant 1.5\lambda$时，准静电场和感应场均小于辐射场10倍以上，只需考虑辐射场。 （撰写：熊 皓 审订：童志鹏）

dianci jianrongxing

**电磁兼容性** electromagnetic compatibility (EMC) 电子产品、装置和系统在其工作环境中的电磁适应能力，既能抗外源干扰，又不对其他电子设施产生过量的电磁干扰，即为电磁兼容性。EMC一般包含电子装备、综合站点（如卫星地面站、星载电子设备及科学考察船）及系统（如卫星通信与地面通信）间几个层次的干扰控制与协调问题，需要由行业、国家以至国际机构制定相应的标准、条例及法规来规范。无线电频谱的利用和管理规定都由国家控制。对于各种无线电电子系统，由于大气环境电波传播特性复杂及异常条件的出现，远距离干扰信号的统计特性及其频域与空域的分布，是EMC研究的基本问题之一。对于电子信道性能预测，主要关注大概率、低电平的信号特性；对于EMC，则侧重于可能造成干扰（包括同频或谐波干扰）影响的低概率、高电平的信号特性。 （撰写：熊 皓 审订：童志鹏）

dianci jianrongxing ceshi jishu

**电磁兼容性测试技术** electromagnetic compatibility testing 测试电子设备或系统以规定的安全系数在指定的电磁环境中按照设计要求工作能力的技术。电磁兼容性包括EMI和EMS两个方面的内容。EMI（电磁干扰）是一个电子设备对外部电子设备电磁干扰的大小；EMS（电磁灵敏度）是一个电子设备承受外部电磁干扰的能力。电磁兼容性研究是随着电子技术逐步向高频、高速、高精度、高可靠性、高灵敏度、高密度（小型化、大规模集成化）、大功率、工作环境复杂化等方面的需要而发展的。特别是在卫星、导弹、计算机和潜艇中大量采用现代电子技术，使电磁兼容性问题特别突出。因此，工业发达国家都成立了专门机构对电磁兼容性进行管理，并制定了相应的规范和标准。

电磁干扰来源有自然的和人为的两种，自然干扰主要是雷电、太阳或宇宙辐射等；人为干扰是多种多样的，主要有发射机、振荡器、电动机、开关、继电器、氖灯、荧光灯、发动机点火系统、电弧焊接机、高速逻辑电路、整流器、核爆炸等。

电磁兼容性测试技术包括对电磁干扰（EMI）和对电磁灵敏度（EMS）的测试，其测试方法有频谱分析仪法和场强仪法。EMI是测试一台设备或系统对外部泄漏的电磁能量的大小；EMS是测试一台设备或系统能承受外部多大的电磁干扰能量的大小。这些测试均在微波暗室中进行。目前，已设计了专门用于EMC的测试设备或系统。

（撰写：陈光禡 审订：顾亚平）

dianci maichongdan

**电磁脉冲弹** electromagnetic pulse munition 以核爆炸、炸药和化学燃料的爆炸能或电磁能为能源，通过能量转换机构转换为窄脉冲高功率辐射电磁能，用于破坏敌方电子设备的一种高功率微波武器。电磁脉冲弹的工作机理是：通过某种控制，使储能设备瞬间释放能量，产生一个持续时间很短的高功率脉冲，用于激励高功率微波器件形成高功率微波能量，再通过天线辐射出去照射目标，以干扰或破坏目标上的电子设备。电磁脉冲弹的辐射功率强、体积小、重量轻，对电子系统的破坏力大，可广泛应用于陆、海、空各作战平台来对付雷达、通信及武器控制系统等。电磁脉冲弹的研制已日趋成熟并开始应用于战争中。

（撰写：王 燕 审订：索以宾）

dianci pingbi jishu

**电磁屏蔽技术** electromagnetic shielding 使电子设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何电子设备构成不能承受的电磁干扰的技术。接地、屏蔽、滤波是解决电磁干扰的三大技术。主要措施是：(1) 选用互相干扰最小的设备、电路、部件，并进行合理的布局；(2) 通过接地、屏蔽、滤波等技术将干扰加以隔离和抑制，通常称为抑制与隔离电磁干扰。

电磁屏蔽是屏蔽技术中的一种，主要用于防止高频场的干扰，通常用在10 kHz以上高频段中。电磁屏蔽是用金属和磁性材料对电磁场即电磁波进行隔离。电磁屏蔽的机理主要有传输线理论、涡流效应和电磁矢量分析理论。涡流效应、电磁矢量分析理论因其局限性，应用受到一定限制。目前广泛应用的理论为传输线理论，即将屏蔽壳体比作传输线，并认为辐射场通过金属时，在外表面被反射一部分，部分在金属内部传播被吸收而受到衰减。电磁屏蔽的设计必须选择合适的材料、密封开口、防止穿透。

（撰写：程昌年 审订：张桐诚）

dianci tance yu yaogan

**电磁探测与遥感** electromagnetic sounding and remote sensing 任何物体都以其成分与形态、化学与电磁活动性，以及对外界电磁场等的响应而具有一定的特征，通过不与其直接接触的电磁探测手段感知其特性，即为电磁遥感的广泛含义。遥感对象大体可分两类：一是环境媒质结构及其中的变化过程，如地球大气与气象过程及地质结构，属扩展目标；二是自然或人为的特定目标，如地下矿藏与溶洞、地雷、飞机、火箭及人体肿瘤等。利用无线电波传播和散射技术进行遥感，较之声学与光学方法具有速度快、全天候及能较深穿入各种媒质等优点，是环境监测与目标检测的重要手段。主动式遥感包含发射与接收，又称有源遥感（探测），如成像雷达、传播透视测量等；被动式遥感仅有接收和数据处理，又

称无源遥感（探测），其发射源为被测体本身的辐射或为自然界（如太阳、雷电）及其他人工电子系统的辐射。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

dianci xinxi yu diancibobao

**电磁信息与电磁波包** electromagnetic information and electromagnetic packet 电磁波是传递信息的载体，当某种信息以某种方式调制到具有一定带宽的某频段电磁波上，即为电磁信息。电磁信息大致分为两类：⑴ 应用于通信、广播、雷达、导航及遥测、遥控等人为信息传输系统中的电磁信息；⑵ 电磁波在传播过程中由于与媒质相互作用而携带有关媒质特性的信息，可用于环境和目标的遥感探测研究，其波源可为人工设定，也可为环境物质和目标本身的辐射及其他自然辐射。无始无终的简谐波是不能提供任何信息的，实际的波信号常常是一个波包或叫波群。波包可定义为频率和传播方向均任意接近的一组简谐平面波叠加而形成的波链，其中的单元简谐平面波具有相应的时间频谱和空间角谱，由于它们在时间和空间的干涉效应，此波链具有时间上的起止和空间上的局限，波包形状决定于频谱和角谱。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

dianci yinshen jishu

**电磁隐身技术** electromagnetism stealth technology 为对付工作在 1 mm 至 10 m 波长的无线电探测设备的探测与制导武器的攻击所实施的伪装技术。根据目标与背景之间反射无线电波的差别，按照目标的隐身要求，采取各种措施消除、降低和模仿这种差别，从而达到“隐真”和“示假”的目的。隐身技术（或称隐形技术）是传统伪装技术的一种应用和延伸，它的出现使伪装技术由防御性走向进攻性，由消极被动变为积极主动，不仅使己方由于“隐真”而获得主动权，而且可以“示假”而迷惑对方，从而增强了威胁力。电磁隐身的主要途径有：改进外形设计，选用吸波材料，利用阻抗加载和减少武器装备本身的电磁辐射强度等。与制造技术相关的技术途径主要是改进外形设计和采用吸波材料。通过外形设计减少雷达散射截面积，当要求高度隐身时，还要进一步减少散射源的数量。吸波材料按作用原理可分为两大类，谐振（干涉）型和非谐振（吸收）型；按材料用途可分为涂料和结构材料两大类。吸波材料是对武器装备外形设计的补充，选用吸波材料时，既要考虑它的电特性（吸波能力、频率应变能力），又要考虑它的其他物理性能。吸波材料发展的方向是：能宽带吸收，薄而轻，耐高温，不吸水，机械性能好，具有多功能。现在正在研究一种能透过电磁波的“透明”材料，它不反射也不吸收电磁波，而能让其穿透过去。纳米颗粒（$10^{-9}$ m）材料在电学方面颇具特点，由于量子效应可使导体变为非导体，吸收电磁波（从光子到微波）而成为良好的吸波材料，纳米材料的这一特性在军事伪装领域中展示了一个美好的前景。根据当今高技术发展情况，电磁隐身技术的研究和应用将有如下趋势：⑴ 进一步扩展隐身波段；⑵ 强化综合应用各种隐身技术；⑶ 降低隐身技术的成本。

（撰写：张为民　审订：周德俭　李怀霞）

dianguang jingti cailiao

**电光晶体材料** electro-optical crystal materials 具有电光效应的晶体材料。某些晶体在外电场作用下发生折射率变化的现象称为电光效应，晶体的折射率 $n$ 与外加电场 $E_0$ 的关系一般可以展开为级数形式

$$n - n_0 = aE_0 + bE_0^2 + \cdots$$

式中 $a$、$b$、…为常数；$n_0$ 为未加电场时的折射率；$aE_0$ 为一次项，由此项引起的折射率变化称为一次电光效应，或普克尔效应、线性电光效应；$bE_0^2$ 为二次项，由此项引起的折射率变化称为二次电光效应，或克尔效应、非线性电光效应。一次电光效应只存在于不具有对称中心的 20 种点群中，压电晶体通常具有一次电光效应。二次电光效应存在于一切透明介质中。电光器件要求电光晶体材料应具有大的电光系数、高的折射率、低的半波电压、大的介电常数等性能。用电光晶体可以制作电光调制器、偏转器、Q 开关、扫描器、存储器、显示器等。

（撰写：张万鲲　审订：沈能珏）

dianguang taoci

**电光陶瓷** electro-optical ceramics 具有电光效应的透明铁电陶瓷。材料主要是含镧的透明铁电陶瓷，如锆钛酸铅镧陶瓷（PLZT）及钛酸铅镧陶瓷（PLT）等。材料形态有体材和薄膜。电光陶瓷的工作原理是利用铁电陶瓷的极化状态受外电场控制的性质，通过外电场改变透明铁电陶瓷的极化状态进而改变介质的折射率和散射角，使入射光的透过率或出射光的相位、强度发生变化。利用 PLZT 透明铁电陶瓷的电控可变双折射效应可制作防止强光致盲的飞行护目头盔，空间光调制器，可调多态光阀、滤色器、图像存储显示装置。利用电控可变光散射效应可制作光阀、图像存储—显示器。PLZT 透明电光陶瓷的一次电光系数比绝大多数电光晶体的数值高，可用于制作电光波导器件，用于调制激光的强度、相位或偏振，在信息显示、传播和控制技术以及光通信系统中有较大的应用潜力。

（撰写：张树人　审订：钟朝位）

dianhe ouhe qijian

**电荷耦合器件** charge coupled device (CCD) 在半导体与绝缘体的界面上收集、存储信号电荷包并将之顺次转移到输出级以变换成输出电压的金属—氧化物—半导体（MOS）或金属—绝缘体—半导体（MIS）电容器阵列。图 1 是一种 CCD 的

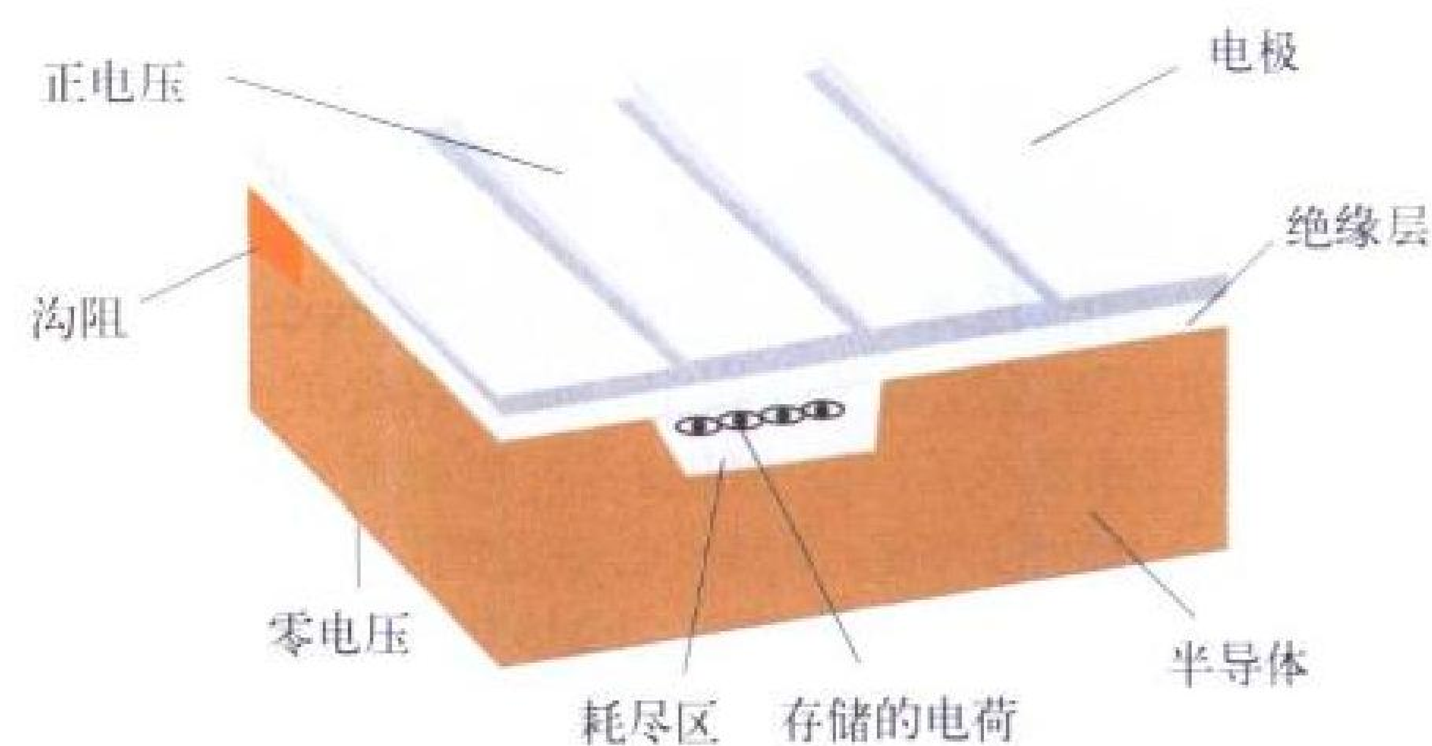



图 1 一种 CCD 器件的纵向剖面图

纵向剖面图。在半导体衬底和金属电极之间加上适当电压后，电极下形成多数载流子耗尽的势阱，用来收集光敏元受光照而产生的光生载流子。收集到的信号电荷包在时序脉冲驱动下定向转移后输出。器件按沟道的位置分为表面沟道和隐埋沟道 CCD；按完成一次转移的时钟电压和栅极数分成单相、二相、三相、四相和波纹时钟等类型。现已成熟的 Si CCD，既可作为移位寄存器读出信号（见图 2），又可作为探测器探测信号（此时也称作 MOS 探测器）。用于摄像的面阵

CCD 可分为多帧转移结构或行间转移结构。行间转移结构因光积分效率高、调制传递特性好而应用最为普遍。CCD 具有自扫描、工作电压低、使用寿命长和价格低等优点，在摄像领域中逐步取代真空摄像器件，在军事、公安、工业测量、医学、生物、天文、地震、航天等科学技术领域应用日益广泛。CCD 在红外焦平面阵列技术中的应用，参见红外焦平面阵列。

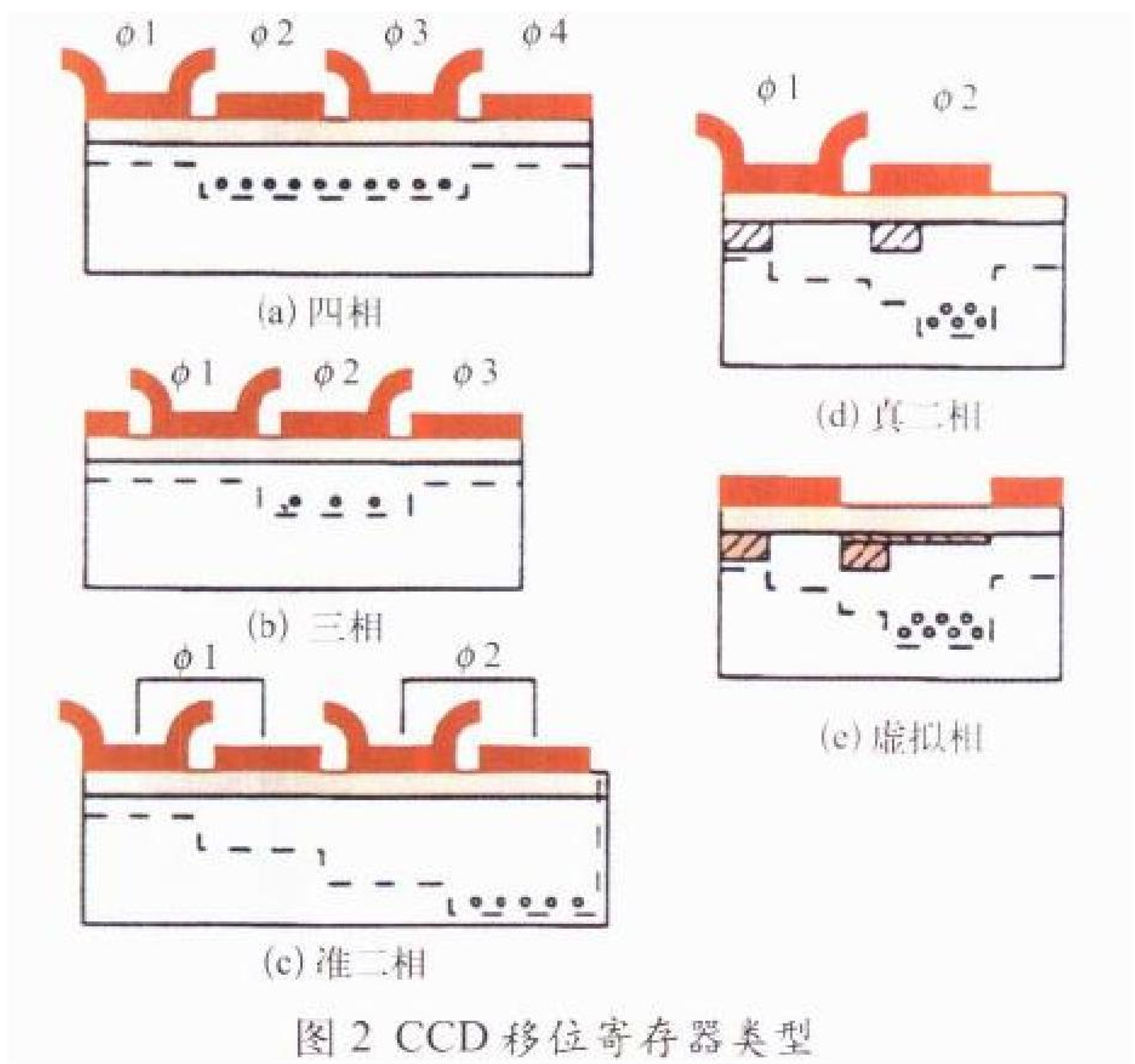


图 2 CCD 移位寄存器类型

（撰写：董培芝　芦汉生　审订：韩建忠　白廷柱）

dianliceng renwei biantai

**电离层人为变态**　artificial modification of the ionosphere　采用人为方法导致电离层特性的变化。电离层是紧密耦合于地球磁场和热层中性大气并处于电离与复合动态平衡状态的等离子体，是一种特性易变的非线性媒质。对电离层采取人为注入物质（包括水、氢和二氧化碳分子及钡、铯等元素）和注入能量（利用强电波和高能电子与离子束）及能量注入与化学施放相结合（包括核爆炸）等方法，通过改变其离解复合速率、碰撞频率、电子离子温度及电子速度与能级等状态，可激发多种电离层不规则结构与不稳定性等非线性变态效应；对无线电信息传输、空间信息对抗、电离层与磁层物理研究等具有特别重要的应用前景。

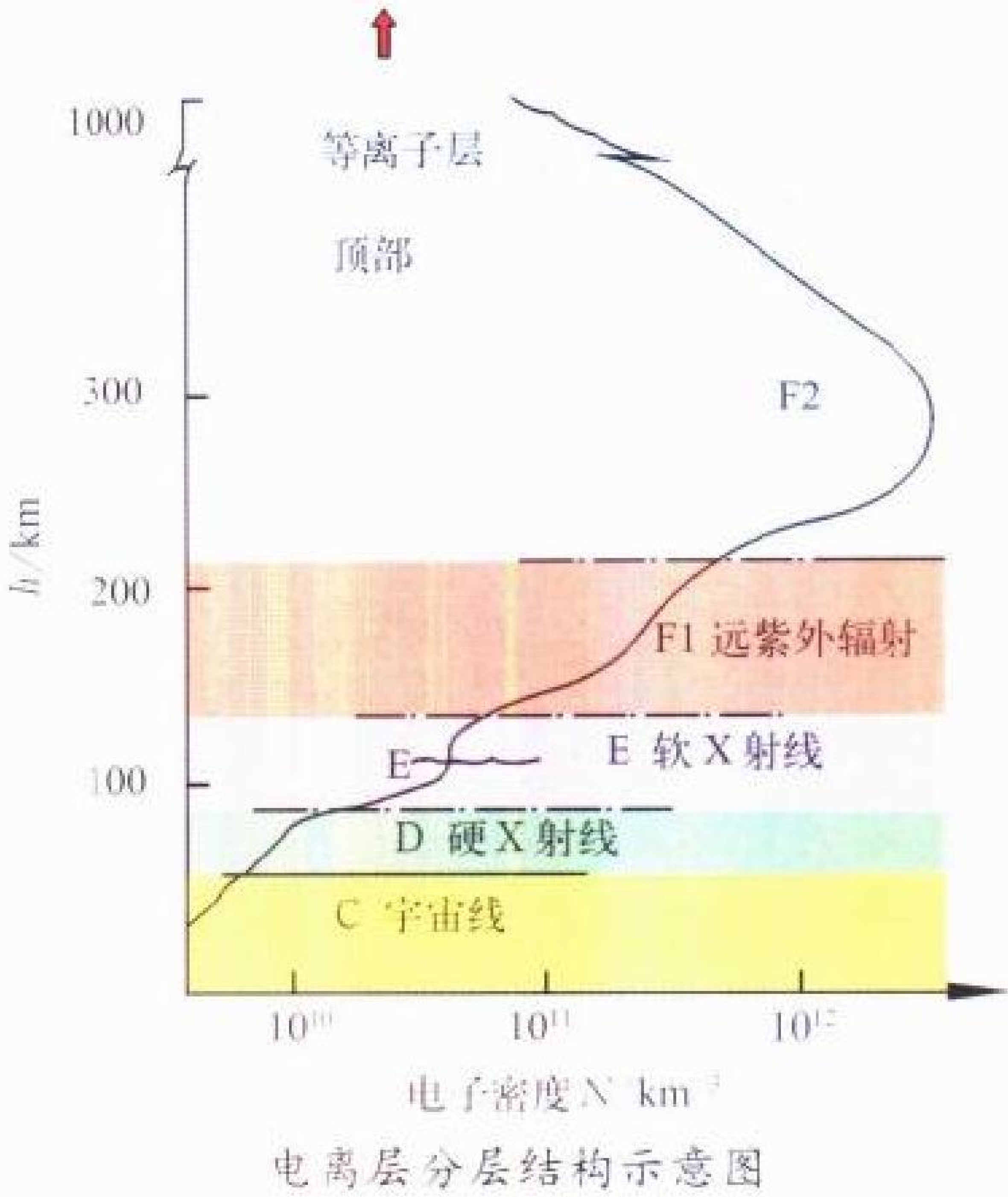
近 30 年来，开展最多的是地面大功率射频（主要是 HF）电波加热电离层，采用高增益天线，有效辐射的脉冲峰值功率达到数兆瓦至数百兆瓦。可激发的非线性变态效应主要有：(1) 低电离层的强烈加热与非线性吸收以及交叉调制（交叉调制又称卢森堡效应）；(2) ULF/ELF 幅调大功率 HF 加热电离层的非线性检波效应，可用于研究电离层与磁层的电流体系，并在探索其用于对潜通信的可能性；(3) 参量不稳定性与小尺度沿场不规则性（FAI）及 F 区大尺度不均匀性，此类效应有可能用于建立人为电离层变态 HF/VHF/UHF 散射通信系统；(4) 受激电磁发射；(5) 电子加速；(6) 人为气辉；(7) 人工电离（包括低层中性大气击穿电离）等。目前电离层人工变态及其应用的探索，已成为空间物理和国防高科技的一个引人注目的前沿领域。（撰写：熊　皓　审订：童志鹏）

diankeca biancheng zhidu cunchuqi

**电可擦编程只读存储器**　electrical erasable programmable read only memory (EEPROM)　一种内容可直接在电路系统中用电气方法进行擦除和写入的只读存储器。EEPROM 既具有 ROM 的非易失性，又具有类似 RAM 的可在系统中随机写入数据的功能。它的存储单元一般是由选择晶体管和存储晶体管组成的双管结构。存储晶体管是一种结构独特的晶体管，称之为浮栅隧道氧化层晶体管（简称 Flotox 管）。Flotox 管采用浮栅结构，浮栅与漏区间设有极薄氧化层构成的隧道区。施加于 Flotox 管栅漏间的电压电平不同，将导致隧道区能否导通及浮栅是否被充电，从而区分存储单元的 1 或 0 状态。存储单元处于不同的工作状态下可以分别实现写入、读出、擦除操作。EEPROM 依不同的设计有字节擦除、页面擦除、体擦除等不同方式，操作简单、方便、快捷，用途广泛。（撰写：莫火石　审订：林金庭）

dianliceng

**电离层**　ionosphere　通常指地面以上 50～2000 km 高度范围，自由电子和离子足以影响电波传播的大气层区。电离层是太阳辐射与地球上层大气原子和分子相互作用，使大气电离而形成的。在中、低纬度电离能量主要是太阳短波长电磁辐射，即紫外线和 X 射线；在极区起重要作用的还有能量粒子（质子和电子）。电离层中存在一系列化学和物理过程，如电离、复合、碰撞、扩散、热传导与热平衡、中性风与地磁场的影响，以及与磁层和低层大气的电动力耦合等。如图所示为电离层分层结构示意。电离层对高频（30 MHz）以下电波，常常是其远距离传播的凭借；对 1 GHz（甚至 10 GHz）以下电波有重要的影响。



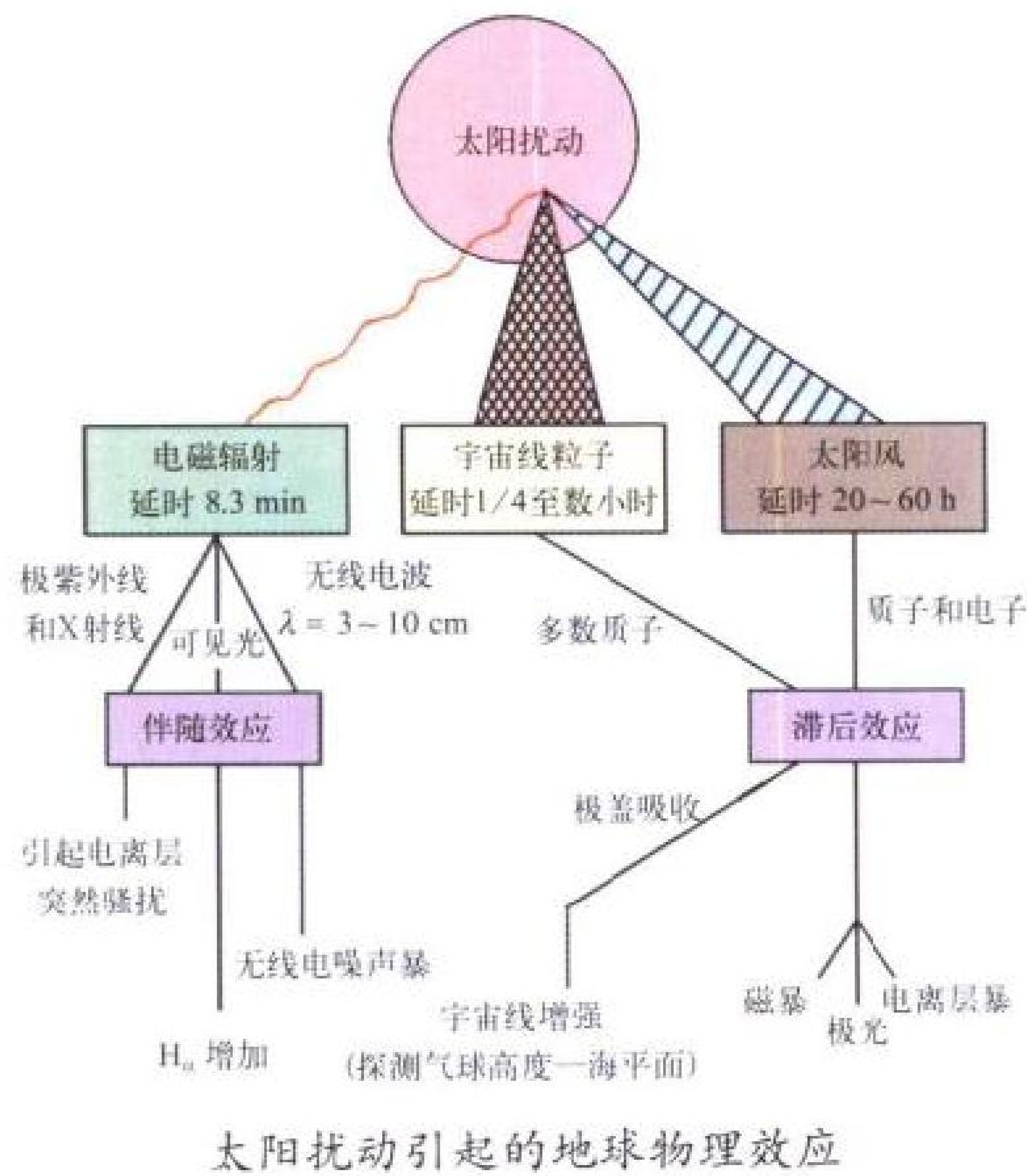
电离层分层结构示意图

（撰写：熊　皓　审订：童志鹏）

dianliceng saorao yuce

**电离层骚扰预测**　ionosphere disturbance prediction　电离层骚扰是太阳耀斑爆发及其相关扰动事件所引起的一类地球物理效应的主要表现，如图所示。其中以向日面的电离层突然骚扰（SID）、极盖吸收（PCA）及全球性的 F 区暴最为重要。大耀斑可在 2 小时内释放能量约 $4\times10^{25}$ J，相当于数十亿颗巨型氢弹或近百万次强大火山爆发；扰动部分虽与太阳总背景辐射相比很小，但主要发生在影响电离层的极紫外和粒子辐射，其相对扰动巨大。电离层扰动预测的依据，首先是太

阳观测，其次是地磁和电离层观测。目前的预报主要有：SID 警报、PCA 事件预报、F 区暴出现概率的月预报和 2～3 天的短期预报，以及已发暴 3～5 天内的发展趋势预报。




太阳扰动引起的地球物理效应

（撰写：熊　皓　审订：童志鹏）

dianli dianzi jicheng dianlu

**电力电子集成电路**　power integrated circuit (PIC)　根据不同用途，选择合适的电力电子器件和元件，设计制造于同一基片上，具有特定电力电子功能的集成电路。它包括高电压大电流电力电子集成电路、智能化电力集成电路和集成电源电路等。由于高电压大电流电力集成电路中的电力电子器件需要良好的散热装置，因此这类集成电路大多采用模块和混合电路结构，而各种集成电源电路（控制电路、检测电路、脉冲调制器、基准源电路、稳压器、低压线性电源、开关电源、各种低压小电流的变换电路等）则大多采用单片集成电路。　（撰写：林金庭　审订：金毓铨）

dianli dianzi qijian

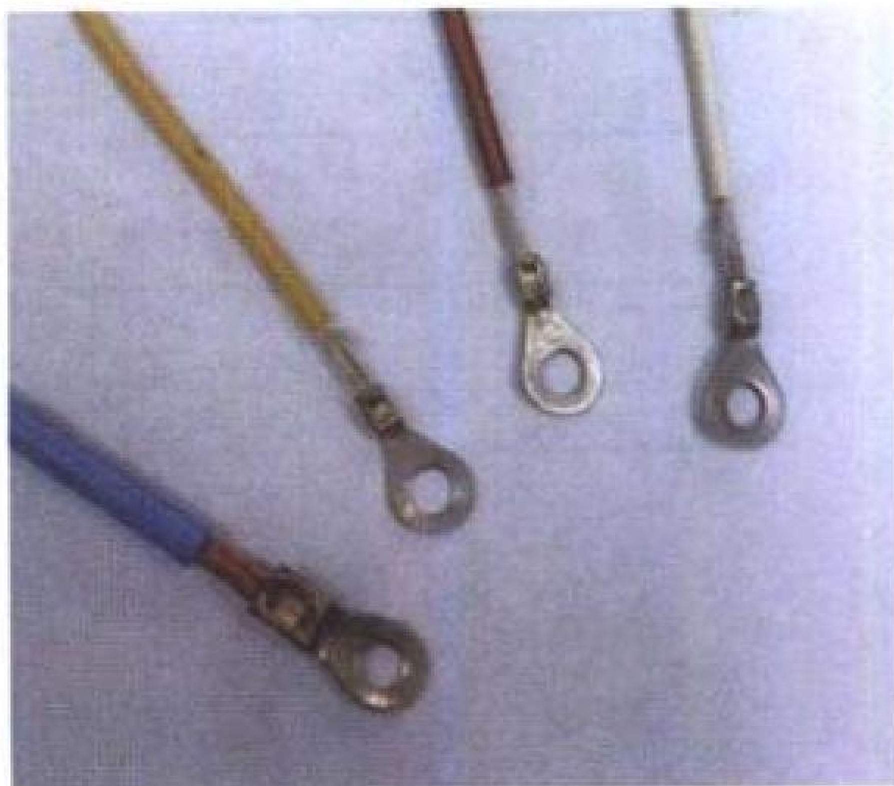
**电力电子器件**　power electronic device　用于对电能的电压、电流和频率进行变换和控制的半导体功率器件。电力电子器件是电力电子技术的核心，用它可以制成各种电能变换电路。这些电路包括：整流（AC–DC）、逆变（DC–AC）、变频、直流电压变换（DC–DC）等，从而实现对使用的电力进行电压、电流和频率的变换，以及完成电力的控制、保护功能，以满足各种设备对电源的需求。电力电子器件主要有绝缘栅双极晶体管（IGBT）、静电感应晶体管（SIT）、场控晶闸管（SITH）、MOS 控制晶闸管（MCT）、控制极可关断晶闸管（GTO）、巨型晶体管（GTR）、整流管以及电力集成电路（PIC）、智能电力集成电路（SPIC）、智能电力模块和电源集成电路等。电力电子器件不仅能满足各种电力变换和控制的要求，而且能达到节能的目的。在电力系统、工业设备、交通、通信、计算机、家电和节能照明上有着广泛用途。在雷达、导弹、卫星、军事通信等军用武器系统中也是不可缺少的半导体器件。　（撰写：林金庭　审订：金毓铨）

dianlian kehanxing

**电连可焊性**　electric connection solderability　锡焊料对被锡焊金属导体表面的润湿能力。由熔化焊锡料在被锡焊材料表面的润湿和金属键形成的程度来鉴别。当清洁的金属表面的表面能高于熔融焊料的表面能，焊料将润湿金属表面，同时在界面形成金属键，生成薄薄的金属间化合物，它是形成具有可靠的机械和电气连接性能的焊点的基础。用于电连可焊性的测试方法有：边缘浸渍测试、弯月面测试和球状测试等。　（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

dianlian yajie

**电连压接**　electric connection crimp　靠压力变形的方法、用压接工具使压接端子包围导线的压线筒产生永久性变形，压线筒内壁与导线外径形成钳合作用，从而实现良好、可靠的电和机械连接。适用于压接的压接端子有 OT 型、UT 型、IT 型、BT 型、穿刺压接抽头及电缆插头、插座等（见图）。适用于压接的导线、电缆芯线截面积为 0.15～150 $mm^2$。压接技术的特点：(1) 压接操作方法简便，使用简单压接工具一压，即可完成可靠的电气连接；(2) 适合在任何场所、气候条件下操作；(3) 不消耗能源和生产设备，生产效率高、成本低，维护简便；(4) 操作过程不产生对人体或环境有害的物质。压接技术的缺点：(1) 压接与焊接相比，接触电阻略高；(2) 很多接点不允许压接。压接技术已广泛应用于航空、航天、通信行业及家电等产品中导线、电缆的装配，另外簧片、连接器的电连也是压接电连。　（撰写：冯爱青　审订：周德俭　张为民）



压接图例

dianlu sheji

**电路设计**　circuit design　根据系统设计所分配给电路模块的指标，对已经绘制好的电原理图，以编制模拟仿真用激励信号加到该电路输入端口上，用电子设计自动化（EDA）工具观察输入输出的仿真波形的过程。这时 EDA 模拟工具会自动调用内部的元器件参数数据库提供模拟所需的元器件电气参数，例如门延迟时间信息。电路的设计过程，其主要手段是功能模拟。电路设计分为模拟电路和数字（逻辑）电路两种，所用的 EDA 工具也不相同。电路设计需要与原理图设计经过多次的反复迭代和修改过程才算完成。电路设计可以生成电路原理图网表文件，例如 EDIF 格式文本文件，这是一个统一的国际标准，不同的 EDA 工具本身的文本格式可能不同，但是经由 EDIF 就可以实现相互间的数据文件交换，它和原理图是一一对应的关系，只是缺少了显示器显示时的二维空间位置信息，它们不是实质性的信息。

（撰写：李玉山　审订：周志春　李怀霞）

dianqi jixie yitihua zhizao

**电气/机械一体化制造**　electrical/mechanical integrated manufacturing　电子设备中具有电子电气参数构件的机械方式制造，是电子设备行业为了表达这种制造特用的行业语言。这种制造按构件大体可以分为两类：(1) 机箱、机柜的制造。它们作为电子电气参数构件，主要起等电位、接地、滤

波与电磁屏蔽的作用，其构件的机械特性主要是整体性；(2) 分布参数“电路”器件的制造。当其容纳的电气参数中频率和功率的“乘积”大到一定程度时，如大于 $10^{11}$ W · Hz，则需采用特制的导体构件来实现，其几何形状与尺寸、表面粗糙度与平整度等均灵敏地“分布”有电容、电感、电阻的效应，从而难以掌握；它们大都是功率器件、末级电路和天馈系统。电气/机械一体化制造，其特征是电子性能需有电气信息参数到几何要素间的定量演绎关系，希望直接由电子电气参数制造出它们的构件来，也就是用机械的方法，一次即能成功制造出包括难以掌握的分布参数等的电路器件。结构件的电气功能化，将是电子设备制造发展的一个重要方向。

(撰写：周志春　审订：李怀霞　张为民)

dìansaomiao leida

**电扫描雷达**　radar with electronic scanning　用电子方法实现天线波束在空间的移动或扫描的雷达称为电扫描雷达。为了发现目标和测量目标参数，雷达天线波束必须在空间进行扫描。早期雷达主要为机械扫描雷达，天线安装在可转动的天线座上，依靠天线座在方位、仰角方向作机械转动而实现天线波束扫描。机械扫描雷达由于天线转动的惯性大，难以实现雷达的多功能和雷达信号能量的合理使用。电扫描雷达采用阵列天线，每个天线口径面上包括多个天线单元，用电子方法改变每个天线单元发射或接收信号之间的频率或相位关系，在天线不作机械转动的情况下，即可实现波束在空间的快速移动，因而克服了机械扫描天线惯性大、灵活性差的缺点。按实现方法不同，电扫描雷达分为频率扫描雷达、相位扫描雷达等。电扫描雷达广泛应用于各种军用雷达。频率扫描雷达最先应用于美海军的三坐标雷达，20 世纪 60 年代末相控阵雷达开始应用于多种观察空间目标的监视系统之中(参见相控阵雷达、相控阵技术)。

(撰写：张光义　审订：王德纯)

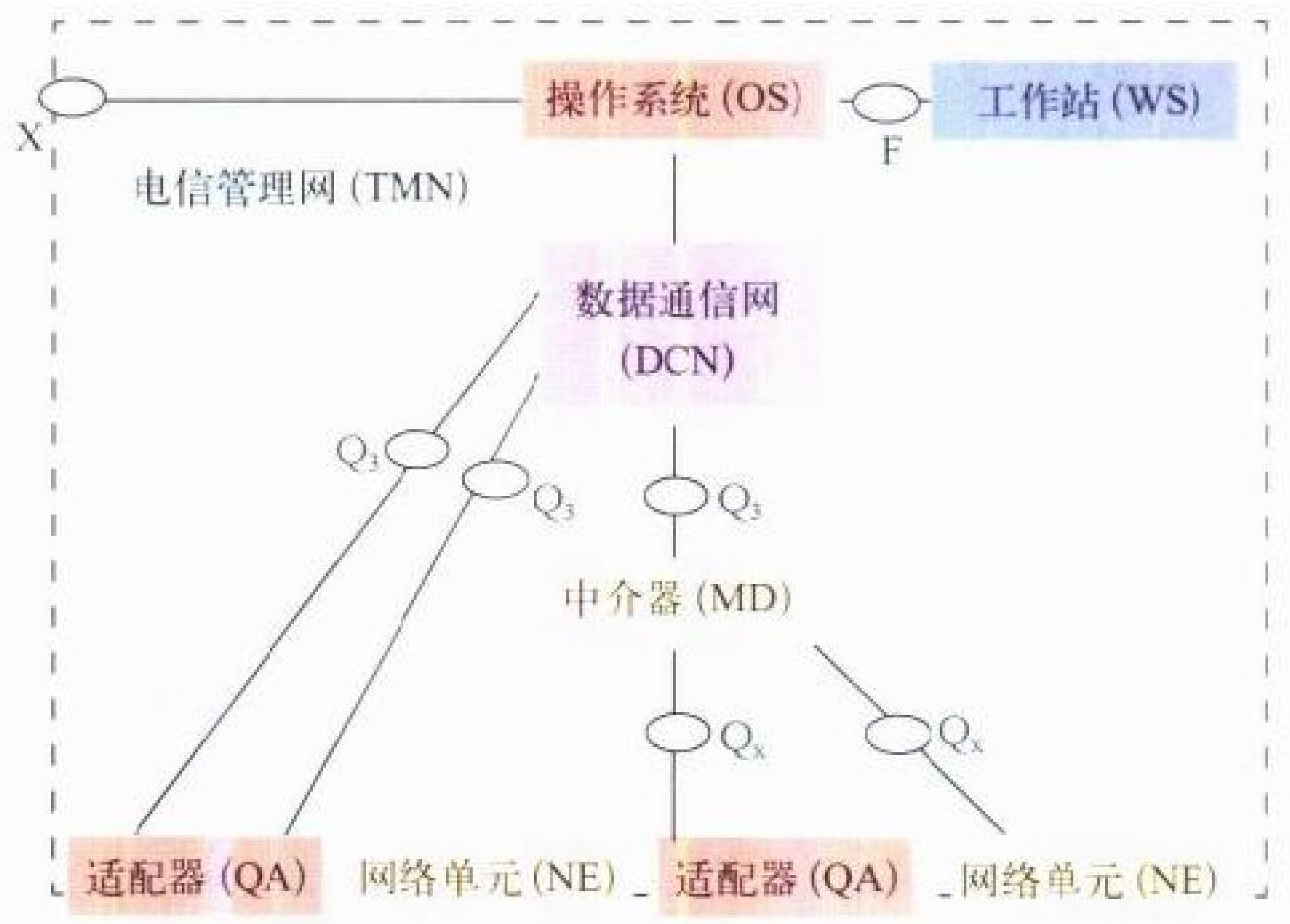
dianshi huiyi

**电视会议**　video conference　现在应用最广泛的一种多媒体通信技术。20 世纪 90 年代初，国际电信联盟在各国视频编解码算法研究的基础上，形成了国际会议电视统一标准 H.200 系列建议，规定了统一的视频输入输出标准、算法标准及一系列网上通信模式交换标准，统一了会议电视系统的技术规范，使得不同厂家的产品得以互通，此举极大地推动了电视会议的广泛应用。会议电视能向身在异地的用户提供一种全新感受的“面对面”通信模式。除了参加会议的多方相互能“看得见、听得到”之外，还能提供一个基本的“虚拟”工作空间，如提供电子白板，会议的参加者可以在电子白板上显示图片、表格，进行讨论等。由于能够准确、连续、实时地传送与会者的面部表情、反应和形体语言，因此使与会者有身临其境的感觉。多媒体电视会议系统还能实时地传送数据和传真，使与会者在会议进行中便能获取文本资料。与一般的会议相比，这种多媒体电视会议有许多好处，如可以省去旅途的费用、节省时间和精力，且不大可能丢失重要的文件。现在的实时多媒体电视会议系统大多是实行有主席主持的正式会议，与会者发言需经申请并得到批准。

(撰写：程 蝉　审订：李振邦)

dianxin guanli wangluo

**电信管理网络**　telecommunication management network (TMN)　操作、管理、维护 (OAM) 电信网络的网络。TMN 的管理层次自下而上是网元管理层、网络管理层、业务管理层和事务管理层。TMN 的管理业务包括对电信网络进行操作、管理和维护的 11 种活动。TMN 的管理功能包括故障管理、性能管理、配置管理、计费管理和安全管理等方面。TMN 的功能体系结构包括操作/运行系统功能、数据通信功能、中介功能、适配功能、工作站功能和网络单元功能等模块。TMN 的信息体系结构包括管理信息模型和管理信息传递协议。管理信息模型采用面向目标对被管资源抽象的方法，管理信息传递协议采纳通用管理信息协议（CMIP）。



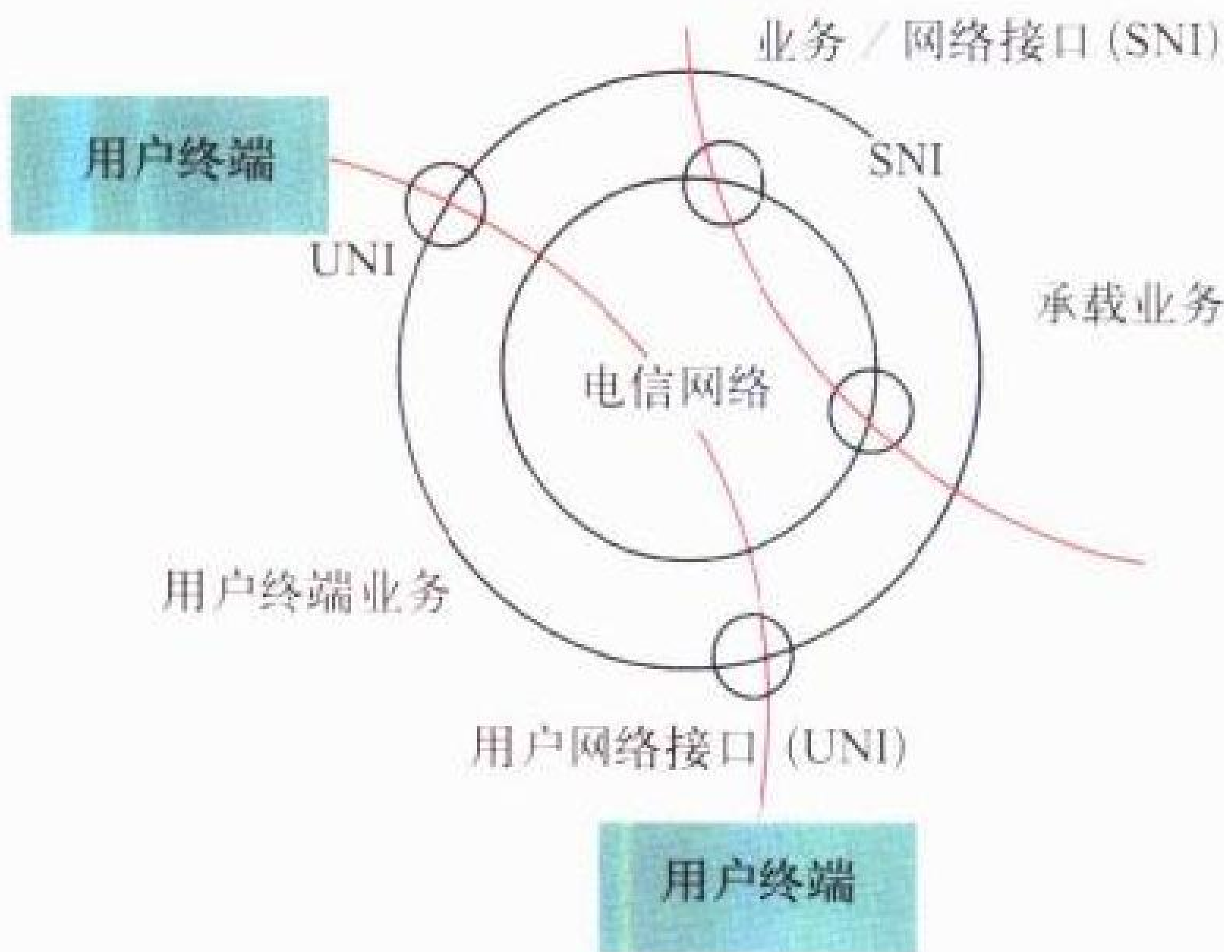

电信管理模型

TMN 的物理体系结构是用数据通信网把上述各种功能模块互联形成结构，如图所示。TMN 的管理接口共有四种：$Q_3$、$Q_x$、F、X。其中 $Q_3$ 跨越 OSI 七层参考模型协议，核心协议是应用层的 CMIP。TMN 的管理标准详见 ITU-T (原 CCITT) 的 M.3000 建议。

(撰写：陈锡铭　审订：李振邦)

dianxinwang

**电信网**　telecommunication network　一些节点和链路的集合，它在两个或多个规定点间提供连接，以便在这些点间建立联系，如图所示。链路 (link) 是两点间具有特定性能的传




电信网示意图

输手段；节点 (node) 是多条传输系统或链路通过交换设备、交叉连接设备、复用设备或其他设备互联的点。我国通常把电信网习惯称为通信网。电信网络是主管部门向用户提供电信业务的物质基础。从设备角度看，电信网络是由传输链路和节点设施组成的；按支持的电信业务分类，电信网络可以

分为电话网、数据网和综合业务网；按主管部门分类，可以分为公用网和各类专用网；按实现技术分类，可以分为模拟网、混合网和数字网；按用户终端的状态，可以分为固定网和移动网。但是现存电信网的名称多半是历史发展过程中自然形成的。例如公用交换电话网(PSTN)、分组交换公用数据网(PSPDN)、公用移动电话网(PMTN)等。

(撰写：孙 玉 审订：李振邦)

D

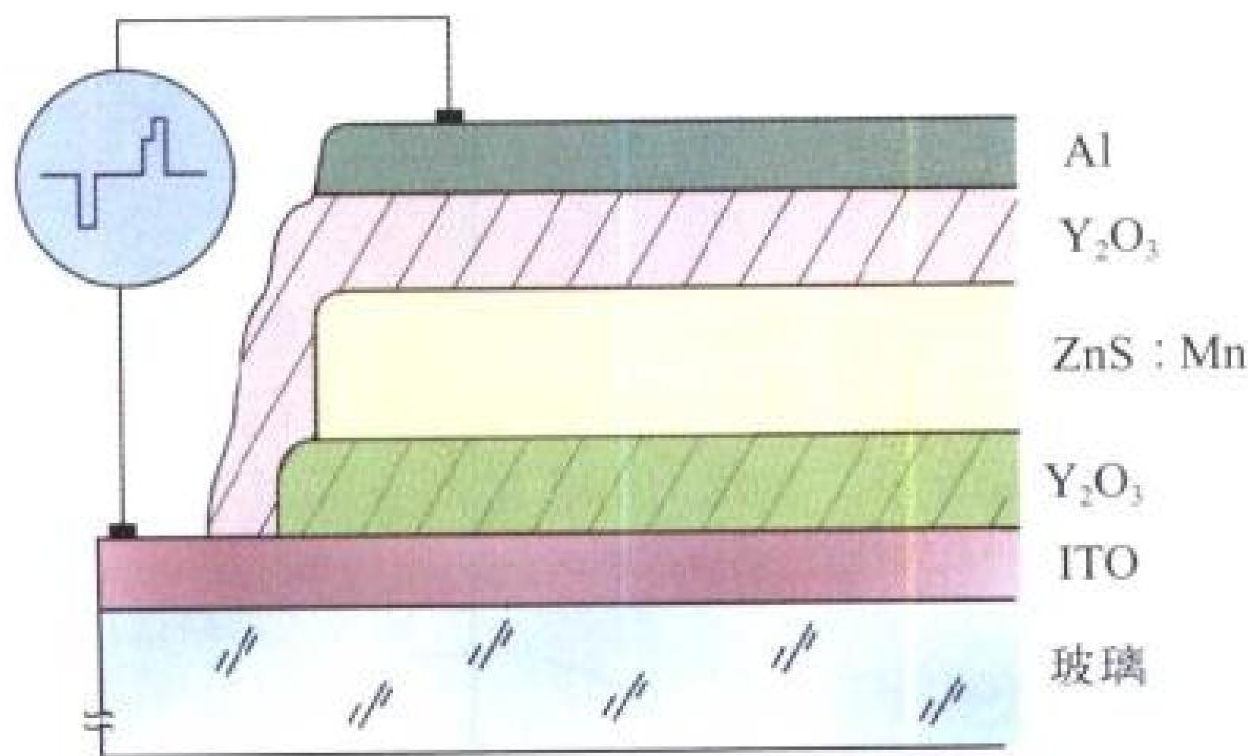
dianya bijiaoqi

**电压比较器** voltage comparator 模拟电路和数字电路之间的接口电路。基本功能是对两输入模拟信号的电压进行比较并判断二者的相对高低，并在输出端以高电平或低电平的方式给出比较结果。按原理和性能分为基准比较器、双限比较器、三态比较器和抗干扰的滞回比较器等。电压比较器多采用双极工艺和双极—场效应管兼容工艺，可分为通用型、精密型、高速型和超高速型等。电压比较器广泛用于信号处理电路、检测电路、波形产生电路、A/D 和 D/A 转换电路等各种超大规模集成电路中。

(撰写：莫火石 审订：林金庭)

dianzhi faguang xianshiqi

**电致发光显示器** electroluminescence display (ELD) 一种直接把电能转化为光能的显示器。从发光物理角度可以分为：⑴低场型电致发光，在Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体 PN 结上注入少数载流子，产生复合而引起的发光；⑵高场型电致发光，一种高场非结型器件的发光，其材料是Ⅱ－Ⅵ族化合物。高场型电致发光平板显示器，简称电致发光平板显示器，按器件结构可分为交流薄膜型和交流粉末型两种。交流薄膜型(见图)可用作矩阵显示，是目前电致发光技术发展的




交流薄膜电致发光显示器结构示意图

主要方向。交流粉末型用作液晶显示器等的背光源。交流薄膜电致发光显示器是全固体化平板显示器件，具有亮度高、对比度大、响应快、视角大、轻薄、牢固等特点，适合于军事应用。

(撰写：王戎瑞 审订：梅遂生)

dianzi banjin gongyi

**电子钣金工艺** fabrication of plate metals for electronics equipments 以钣金结构件为主，具有电子特色的机箱、机柜、插箱、控制台、插件盒、电子方舱等产品的加工制造工艺过程。钣金工艺是利用金属材料具有可塑性，采用弯曲、翻边、拉伸、局部成形、胀形等工艺加工方法，将金属板料加工成各种结构形式的零件或部件。电子设备中箱、柜、台、盒、舱的设计与加工制造不同于普通钣金结构设备的设计与加工制造。电子设备除了涉及人机工程、外观设计、色彩造型之外，还具有普通钣金结构设备所不具备的特殊功能要求，如电磁兼容及屏蔽、滤波接地、“三防”保护、抗干扰、抗振动、抗冲击等。另外还有重量轻、小型化、整体化、密闭、密封、电气互联、快速拆装、快速维护等多项要求。电子设备应用较为广泛，既有地面设备、车载设备，又有船(舰)载设备、机载设备、航天设备等。随着科学技术的发展，钣金加工技术得到了广泛的应用。很多军用、民用产品中的钣金件占有相当大的比例。计算机技术在机械加工领域的应用，计算机辅助设计与制造、板材加工中心、数控冲床、数控折弯机、智能机器人、全自动输送系统和立体仓库等现代先进制造技术和设备已经在电子设备的设计与制造中发挥了极大的作用。特别适用于多品种、变批量生产的自动化生产方式——柔性加工系统(FMS)，它既具有数控板材加工设备的灵活性，又具有流水生产线的连续生产的特点，可以把不同的钣金零件安排在柔性加工系统上进行加工，它使钣金零件的生产进入了综合自动化阶段，是钣金加工发展的趋势。

(撰写：刘永生 审订：周德俭 张为民)

dianzi ceshi yiqi

**电子测试仪器** electronic test instrument 测试电子信息系统、整机、零部件和电子元器件及电子材料电器性能的仪器。它是简化测试过程及获取信息的手段和工具，是人类感官的延伸，是联系信息世界与客观世界的纽带。测试仪器不仅可获取信息和模拟信息，而且还可处理信息。电子测试仪器是基于电子测量原理，由各种电子元部件构成的测试仪器。现代电子测试仪器可分为两大类：⑴获取信息的测试仪器；⑵供测试用的激励信号源。电子测试仪器要能完成信息的采集任务，对它提出了如下基本要求：响应、物理接口或测试接口、灵敏度、分辨率、测试范围、线性度、精确度、反应时间和取样率等。

(撰写：陈光禹 审订：顾亚平)

dianzi duikang

**电子对抗** electronic countermeasure 又称电子战。利用电磁能、定向能、水声能确定、扰乱、削弱、破坏、摧毁敌方电子信息系统和电子设备，并为保护己方电子信息系统和电子设备正常使用而采取的各种战术技术措施和行动。其内容包括三部分：⑴电子对抗侦察，指使用电子技术手段，对敌方电子信息系统和电子设备的电磁(或水声)信号进行搜索、截获、测量、分析、识别，以获取其技术参数、功能、类型、位置、用途以及相关武器和平台的类别等情报信息所采取的各种战术技术措施和行动；⑵电子攻击，指使用电磁能、定向能、水声能为扰乱、削弱、破坏、摧毁敌方电子信息系统、电子设备及相关武器或人员作战效能所采取的各种战术技术措施和行动；⑶电子防护，指使用电子或其他技术手段，在敌方或己方实施电子对抗侦察及电子攻击时，为保护己方电子信息系统、电子装备及相关武器系统或人员作战效能的正常发挥所采取的各种战术技术措施和行动。电子对抗主要包括雷达对抗、通信对抗和光电对抗。

(撰写：朱 松 审订：吕连元)

dianzi duikang qingbao chuli zhongxin

**电子对抗情报处理中心** electronic countermeasure processing centre 可在一定的编制级别对各种战略、战术传感器系统和战场电子战作战单元搜集的情报数据进行汇集、相关、融合、分析、显示、记录并上报的自动化信息处理设

施。它一般由信息处理分析设备以及大型电子战情报数据库组成。电子对抗情报处理中心按其任务和功能一般可分为国家级、战区级和师团级几种，它们分别搜集、分析、处理来自不同级别的电子战情报。电子对抗情报处理中心可以向电子战作战指挥控制中心提供准实时的战场电磁情报和战场电磁斗争态势，直接支援战场电子战作战活动。电子对抗情报处理中心同时可以应用最新的电子对抗情报分析数据，添加、更新电子战情报数据库，为电子战武器装备的发展和电子战作战策略研究提供依据。（撰写：朱 松　审订：吕连元）

dianzi duikang wurenji

**电子对抗无人机** UAV for electronic countermeasure 能够遂行电子侦察、电子干扰、反辐射攻击以及战场目标毁伤效果评估等多种电子对抗任务的多用途无人驾驶飞行器。电子对抗无人机主要有以下几种类型：(1) 战场侦察/监视无人机，用于在战场纵深地区遂行电子情报侦察/监视和毁伤效果评估任务，同有人电子侦察飞机相比，它能深入目标上空，侦察更清晰，使用更经济；(2) 电子干扰型无人机，用于飞临目标区上空对敌各种军用电子设备实时近距离干扰或欺骗，以掩护攻击机群的安全突防；(3) 诱饵型无人机，利用有源雷达转发器或无源反射体等模拟攻击飞机，以引诱敌方雷达开机和发射导弹攻击，为己方搜集情报、确认已查明的雷达辐射源的配置情况和位置，发现潜在的新威胁雷达辐射源、并提供目标指示；模拟大型机群或舰艇编队进行佯攻，以迷惑敌人；在攻击机群到达之前，投放大量无源干扰箔条、干扰和压制敌防空系统的探测和预警；(4) 反辐射无人机（参见反辐射无人机）。电子对抗无人机隐蔽性较好、成本低廉，能深入目标区上空进行侦察和干扰，使用效果好，但其有效载荷和供电受到限制。（撰写：朱 松　审订：吕连元）

dianzi duikang xiaoneng pinggu

**电子对抗效能评估** electronic countermeasure effectiveness assessment 在特定环境中，对电子战行动的使用情况和作战效能及其产生的影响进行评价和估计。一般分为两类：(1) 实战评估，是当给定的电子对抗系统在战争过程中使用后，对其作用和效果的评价和估计；(2) 实验室评估，是使用仿真试验方法，包括全实物物理仿真、半实物物理仿真和计算机仿真等几种类型。全实物仿真试验就是参加试验的设备（包括试验设备和被试设备）都是实际的设备，其逼真性好，但费用昂贵，保密性差；半实物物理仿真的被试设备是实际设备，而试验环境则是由仿真设备用物理方式生成的，其特点是逼真、灵活，可重复性和保密性好，自动化程度高。计算机仿真的特点是试验环境和参试设备的性能和工作机理，都是由数学模型和各种数据表示的，试验过程则是由计算机软件控制，并通过计算机的演算得到试验结果，灵活廉价、与系统设计密切结合，逼真性取决于模型建立的准确性，软件设计技术难度大。（撰写：朱 松　审订：吕连元）

dianzi duikang xinhao huanjing moni

**电子对抗信号环境模拟** electronic countermeasure signal environment simulation 在电子对抗作战区域内，在频域、空域、时域、功率等方面，按战术技术要求，生成各种电磁辐射信号的技术措施的总称。电子对抗信号环境是由各种辐射源生成的。在不同时间和地区，电子对抗信号环境表现形式不同。即使在同一地区和时间，各种不同的电子装备所面临的电子对抗信号环境也各不相同。因此，电子对抗信号环境模拟有其特定的针对性和相对范围。

**电子对抗信号环境的主要电磁信号形式**

| 类别 | 信号名称 | | 信号形式 |
|---|---|---|---|
| 主动辐射 | 雷达辐射信号（包括无线电引信、高度表辐射信号） | | 脉冲、连续波、线性调频、相位编码、相干脉冲串、模拟噪声波形 |
| | 通信信号（包括通信、数传、遥控、遥测信号） | | 调相、调频、调幅、扩谱 |
| | 电子干扰信号 | 压制性信号 | 噪声调频／调幅、各类幅度和频率调制、连续波／脉冲 |
| | | 欺骗性信号 | |
| | 电磁脉冲干扰信号 | | 核爆炸电磁脉冲、高压大功率放电 |
| | 毫米波、红外辐射信号 | | 由辐射体材料和温度特性引起的主动辐射 |
| 被动辐射 | 自然干扰信号 | | 工业电磁干扰、雷电干扰 |
| | 雷达目标回波（包括无源假目标） | | 点目标、分布目标、含有目标运动和特征信息（幅度起伏、角闪烁、多普勒频移）、多路径回波 |
| | 雷达目标背景杂波（包括无源箔条干扰） | | 海、地、云雨杂波、无源箔条干扰 |

（撰写：朱 松　审订：吕连元）

dianzi duikang xunlian moni

**电子对抗训练模拟** electronic countermeasure training simulation 在预定的电子对抗环境中进行装备操作和战术操作。电子对抗训练模拟所使用的手段和设施包括模拟试验场和便携式训练设备。在模拟试验场中大多使用战争中真实使用的电子战设备或仿制品，根据实战要求考核自己的武器系统、训练自己的作战人员。近年来，电子对抗训练模拟器得到了广泛的应用，其显著特点是：具有较大的信号密度、复杂的威胁仿真及先进的专用计算机辅助教学方法。采用电子对抗训练模拟，可以提高部队电子对抗的实战能力、节约实兵演习的费用。（撰写：朱 松　审订：吕连元）

dianzi duikang zhishengji

**电子对抗直升机** helicopter for electronic countermeasure 用于对敌方雷达、电子制导系统和无线电通信设备等实施电子侦察、电子干扰或反辐射攻击的专用直升机。分为：(1) 电子侦察直升机，通过对电磁信号的侦收、识别、定位、分析和记录，以获取电子情报、通信情报和光电情报。它装有宽频带电子侦察系统，多数还装有光学和红外等其他侦察设备。(2) 电子干扰直升机，主要用于对敌方防空体系内的对空情报雷达、地空导弹制导雷达、炮瞄雷达和无线电通信设备等实施电子干扰。(3) 反雷达直升机，主要攻击地面防空系统的制导雷达和炮瞄雷达，也可攻击对空情报雷达和其他大型地面电子设备。



EH-60S电子对抗直升机

电子对抗直升机的主要优点在于机动性好，使用灵活，

并能够悬停在空中进行干扰或侦察；缺点在于飞行高度低，视距近，覆盖区域小。（撰写：朱松 审订：吕连元）

dianzi fanghu

**电子防护** electronic protection (EP) 使用电子或其他技术手段，在敌方或己方实施电子对抗侦察及电子攻击时，为保护己方电子信息系统、电子装备及相关武器系统或人员的作战效能正常发挥而采取的各种战术技术措施和行动。电子防护的主要技术和方法包括电子反侦察、抗干扰、电磁加固、频率协调、辐射控制、信号保密等。电子反侦察和抗干扰是军用电子设备采用频率捷变、直接序列扩谱等低截获概率信号，采用旁瓣对消、超低旁瓣天线、自适应天线调零和相关接收等抗干扰技术，以减少或降低敌方对己方电子设备的侦察和干扰；电磁加固是采用电磁屏蔽、防电磁材料和大功率保护措施，防止高能激光、高功率微波等强辐射能量对军用电子设备的高灵敏度器件、集成电路芯片等造成永久性的损伤；频率协调是对己方电子设备和电子战设备的工作频率进行协调和管理，建立频率相互兼容程序，减少己方电子设备之间的相互干扰，使己方的电磁活动不受影响；辐射控制和信号保密是应用扩谱、调频、多参数捷变等复杂信号波形，无线电静默，信号加密和有选择、有控制地使用电磁辐射源等手段，防止传输信号被敌人侦听、解密和利用。其他电子防护技术和方法包括：使用雷达诱饵、假目标、电子伪装，设置假阵地、电子佯动等反侦察、抗干扰、反摧毁手段。

（撰写：朱松 审订：吕连元）

dianzi ganrao

**电子干扰** electronic jamming 利用辐射、反射（散射）、吸收电磁波能量，削弱、破坏敌方各种电子设备使用效能的战术技术措施。即用有源或无源的方法有意地发射或转发以幅度、频率、相位或其他特性调制的脉冲、连续波信号，以妨碍、扰乱、削弱敌方电子系统对信号的接收能力。电子干扰是常用的、行之有效的电子对抗措施。其干扰对象是敌方的雷达、通信、导航、敌我识别、武器制导等设备和系统及光电设备。电子干扰在作战中能在短时间内降低敌方电子设备和系统的效能或使其无法正常工作，是一种“软杀伤”手段。其干扰效果不但取决于干扰设备的技术特性和使用方法，还取决于敌方电子设备的性能及所采取的反干扰措施。

（撰写：王燕 审订：索以宾）

dianzi ganrao diaocang

**电子干扰吊舱** electronic jamming pod 军用飞机外挂的装有电子干扰设备的一种专用吊舱。分为有源干扰吊舱、无源干扰吊舱和光电干扰吊舱等。电子干扰吊舱的优点是：通用性强，使用灵活，同一电子干扰吊舱可根据任务的不同配备于各种飞机；吊舱干扰设备的模块化结构使得它可以进行最佳组合，以满足不同作战任务的需要；采用电子干扰吊舱无需改动飞机结构，增加了飞机的电子干扰能力而不占用飞机内部空间；吊舱干扰设备与机载其他电子设备隔离，可避免相互干扰；电子干扰吊舱维护方便，不影响飞机执行作战任务。特别适用于无法内装电子战设备或内装电子战设备能力不足的飞机。电子干扰吊舱的缺点是占用了作战飞机的一个武器挂架并对飞机的飞行性能产生一定的影响。

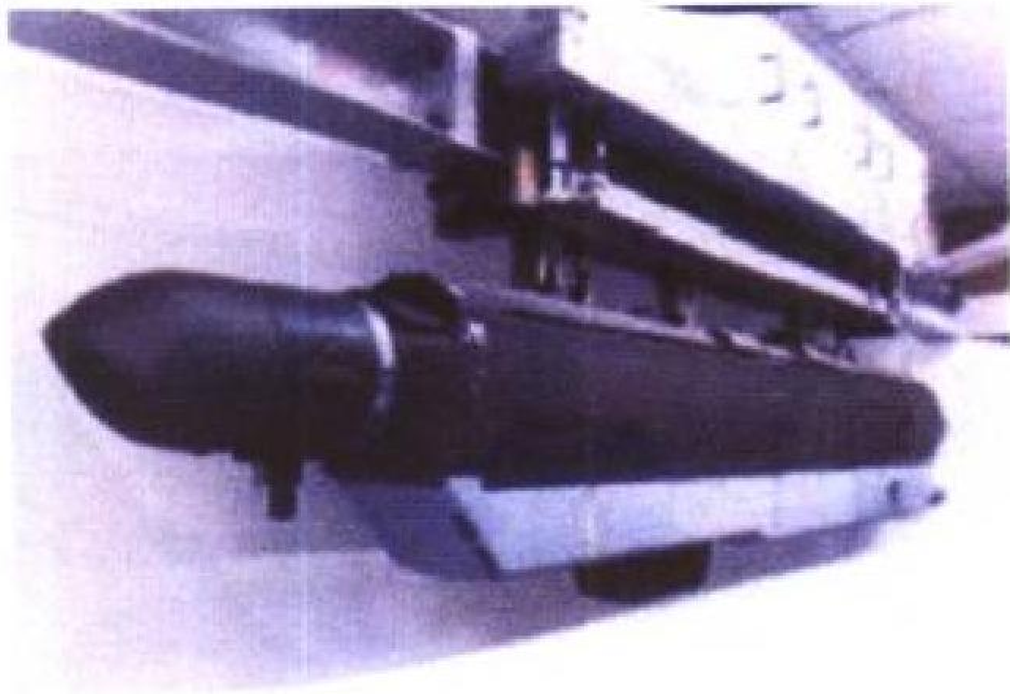


图 1 AN/ALQ-131 干扰吊舱

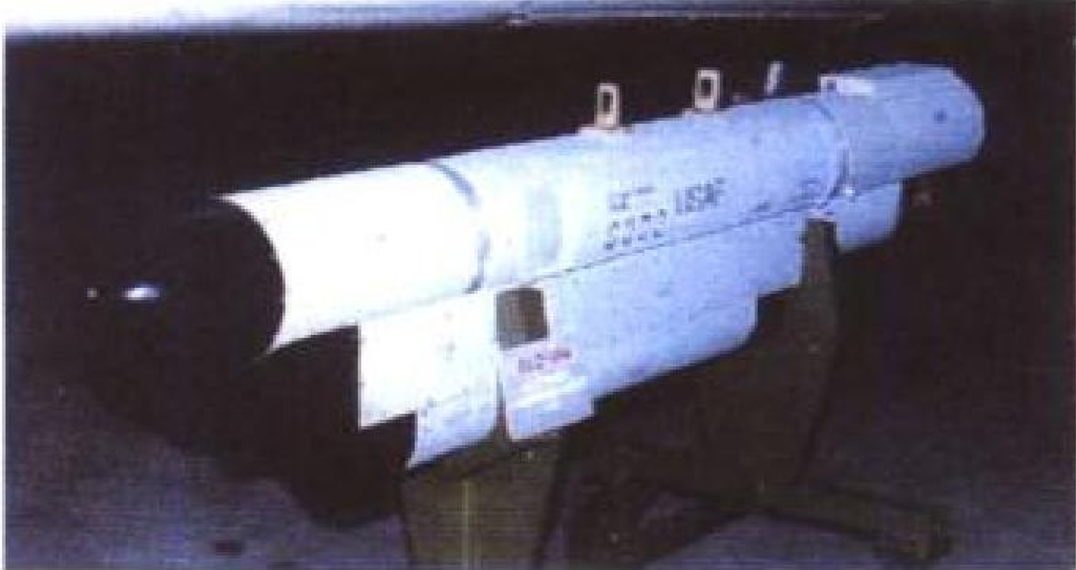


图 2 AN/ALQ-184 干扰吊舱

（撰写：龚渝 审订：顾耀平）

dianzi ganrao feiji

**电子干扰飞机** electronic jamming aircraft 装载多种电子干扰设备和器材，执行电子干扰作战任务的专用飞机。分为有人驾驶电子干扰飞机和无人驾驶电子干扰飞机。电子干扰设备和器材主要包括雷达告警系统、侦察引导设备、多频段大功率雷达干扰机、欺骗式干扰机和通信噪声干扰机、箔条投放器、光电（红外、紫外、激光）对抗设备等，主要用于进行电子支援干扰，压制敌方防空系统，以掩护己方攻击机群实施突防、攻击和撤退。其支援干扰方式分为以下三种：(1)远距支援干扰（参见远距支援干扰）；(2)随队支援干扰（参见随队支援干扰）；(3)近距离支援干扰，用电子干扰飞机在距敌方电子设备较近的前沿上空作中空或低空盘旋，施放噪声干扰和欺骗干扰，掩护攻击机群突破敌方防空系统。近距离支援干扰多以无人驾驶电子干扰飞机完成。

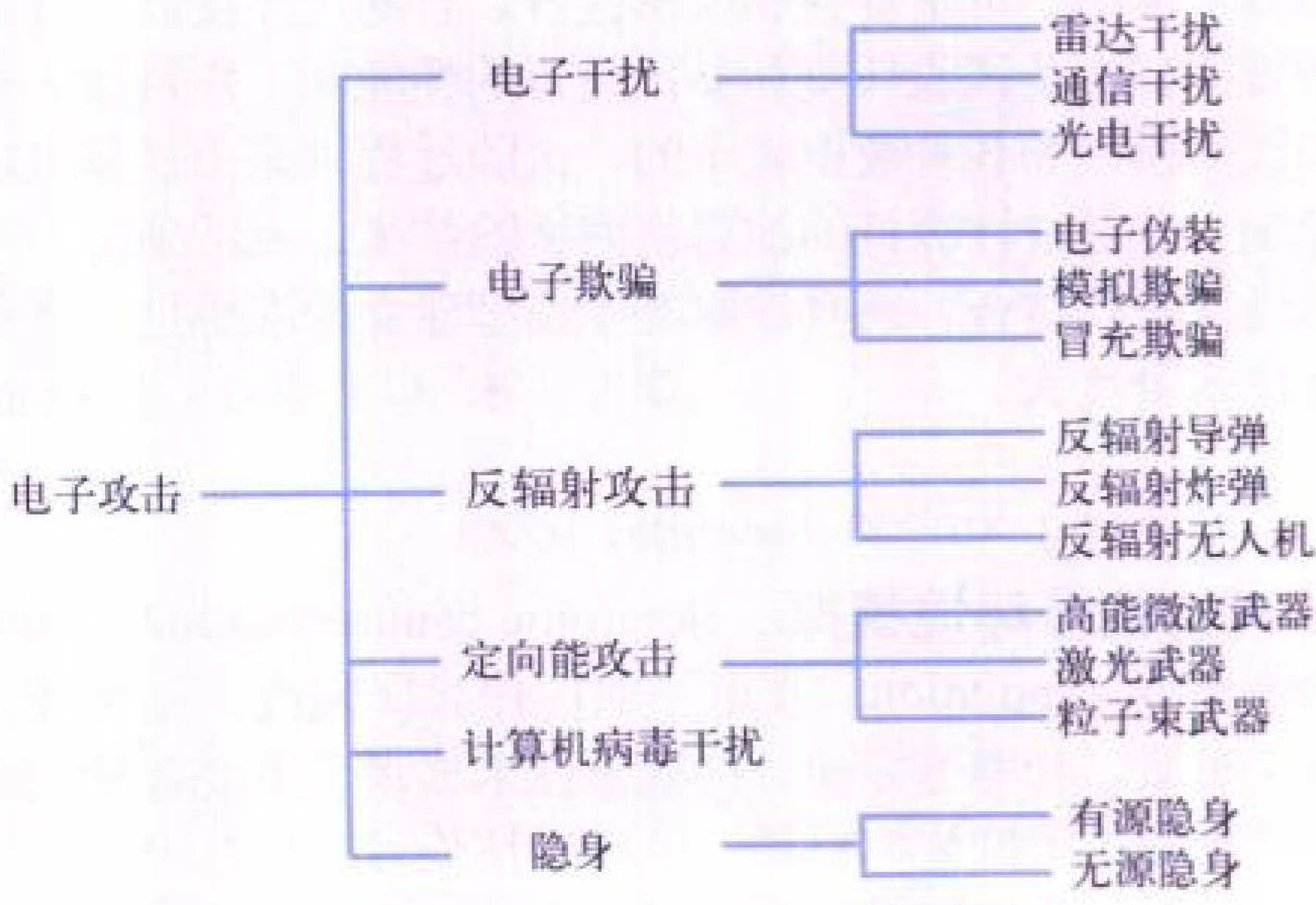


EA-6B 电子干扰飞机

（撰写：龚渝 审订：顾耀平）

dianzi gongji

**电子攻击** electronic attack 使用电磁能、定向能等技术手




电子攻击分类图

段，扰乱、削弱、破坏、摧毁敌方电子信息系统及相关武器或人员作战效能的各种战术技术措施和行动。它包括电子干扰、反辐射攻击、定向能攻击、计算机病毒干扰和目标隐身等，其分类如图所示。电子攻击是电子战的三个组成部分之一。其主要目的是使敌方不能有效地获取、传输和利用电子信息，影响、延缓或破坏其指挥决策过程和精确制导武器的运用。主要作战对象是敌 $C^4I$ 军事信息系统和武器控制系统中的关键环节。（撰写：王 燕 审订：索以宾）

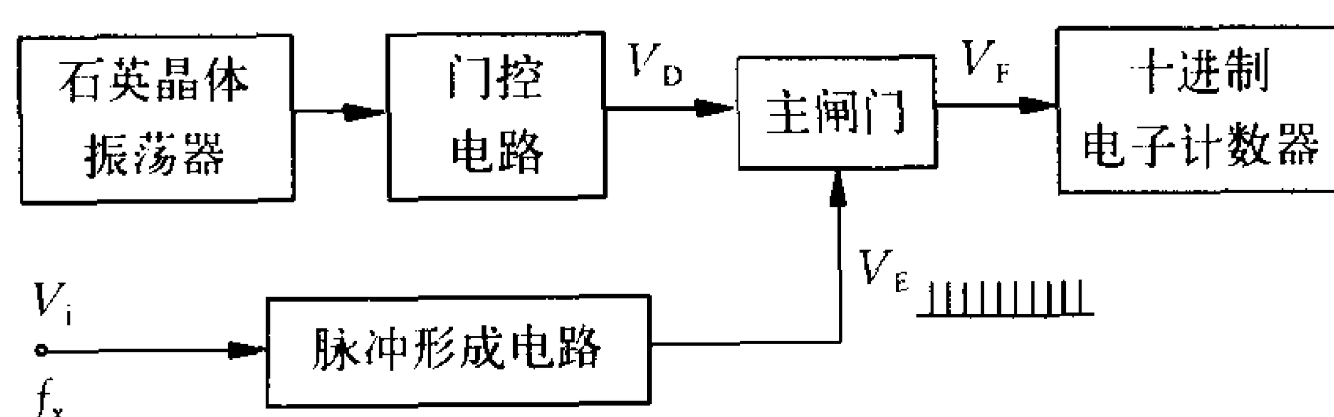
dianzi jishuqi

**电子计数器** electron counter 实现频率、周期和时间间隔测量的电子装置。电子计数器测量频率的方法是在已知标准时间间隔 $T$ 内计得被测信号的重复变化次数 $N$，则被测信号频率为

$$f_x = N / T$$

测量周期的方法是在一个被测信号周期内计得时标信号 ($T$) 的重复次数 $N$，则被测信号周期为

$$T_x = N \cdot T$$




电子计数器测频原理图

测量时间间隔的方法是在被测时间间隔内计得时标信号 ($T$) 的重复次数 $N$，则被测时间间隔为

$$T_x = N \cdot T$$

电子计数器通常由石英晶体振荡器、放大器、主闸门、计数器、脉冲形成电路和门控电路等组成。电子计数器测频原理如图所示。（撰写：李为民 审订：陈光禹）

dianzi jiamubiao ganrao

**电子假目标干扰** electronic false target jamming 利用电子设备产生与真目标相似的信号，用以欺骗或诱惑敌方的探测系统或制导系统的一种电子干扰。电子假目标干扰就是干扰机在不同距离、速度和角度上产生许多假目标回波，并和真目标回波混在一起，使雷达无法识别真目标。这是干扰各种体制雷达的有效方法。电子假目标信号一般由回答式干扰机产生。这些干扰信号有一种或多种特征相似于目标的散射信号，可使雷达饱和，雷达不能通过对多个目标脉冲的积累来降低干信比，而且由于电子干扰假目标的数量众多，雷达无法提取真实目标数据，因此干扰信号在幅度上很容易压倒目标信号，成为测距、测速或测角电路跟踪的目标。经过对干扰信号进行某些调制，可以欺骗雷达的测距、测速和测角。（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

dianzi qipian

**电子欺骗** electronic deception 有意发射、转发、反射或吸收电磁能以扰乱或欺骗敌方电子设备，造成敌方获取错误信息的战术技术措施。它包括伪装式欺骗、模拟式欺骗和冒充式欺骗。伪装式欺骗是隐蔽、变换或模仿己方的电磁信号以欺骗、迷惑敌方电子设备。模拟式欺骗则是利用干扰机发射与目标回波相同或相似的干扰信号，使敌电子设备分不清真、假目标或将干扰误认为目标。冒充式欺骗是冒充敌方辐射源的电磁辐射，插入敌方信道传递假信息进行欺骗。电子欺骗的隐蔽性好，不易被敌方察觉，是一种广泛应用的电子干扰形式。（撰写：王 燕 审订：索以宾）

dianzi qingbao

**电子情报** electronic intelligence (ELINT) 除通信电磁辐射信号之外(不包括核爆炸和放射源信号)所进行的侦察、分析、处理所获得的技术信息和军事情报。电子情报侦察用于搜集除通信、核爆炸以外的敌方电磁辐射信号，进行测量和处理，获得辐射源的技术参数及方向、位置信息。ELINT 一般是在和平时期进行，但也可以在战争条件下或在一个攻击期间进行。电子情报的搜集由专门的舰船、飞机和卫星以及固定及移动的陆基侦察设施完成。ELINT 的主要目标是所有类型的雷达，包括陆地、海洋或空中的监视、火控、导航和其他用途的雷达，其他的侦察目标包括遥感、遥测、导航系统等。通过对 ELINT 搜集的数据进行分析，可以评测对方装备的性能及其技术水平，还可以通过对侦测的对方电子系统的类型、数量和位置的分析对其实力和意图进行评价，揭示其战略上的变化。ELINT 还可以完成许多战术功能，通过分析所搜集的数据，可以揭示敌方的电子战作战序列，确定特定区域内的防御性搜索雷达、截获雷达和武器控制雷达的数量、活动、型号和位置，为己方确定最好的攻击方式、攻击时机和攻击武器的选用提供可靠的依据。（撰写：朱 松 审订：吕连元）



dianzi qingbao zhencha

**电子情报侦察** electronic intelligence reconnaissance 使用电子对抗侦察设备长期进行监测或定期核查敌方辐射的电磁(或水声)辐射信号，确定辐射源的技术特征参数、性能，判别其类型、位置、配属和相关武器及变化规律等，为对敌斗争和电子对抗决策提供军事情报的电子对抗侦察。实施电子情报侦察的装备有专用地面侦察站(车)、电子侦察飞机、电子侦察船、电子侦察卫星等。电子情报侦察是一种战略侦察，是在和平时期进行的长期的或定期的侦察活动，以获取敌方电子设备和系统的全面情报，为制定电子战计划，发展电子战装备提供依据。（撰写：朱 松 审订：吕连元）

dianzi shangwu

**电子商务** electronic commerce (EC) 利用计算机并通过网络作为主要交易平台所进行的商务活动。它是当代信息社会中网络技术、电子技术和数据处理技术在商务领域中综合应用的产物。电子商务具有促进商品信息交流、简化商品流通环节、提高交易效率、降低交易成本、减少商品库存、扩大经营规模、支付电子化等优点。电子商务是 21 世纪经济活动的核心，将带来影响社会经济活动、人类生活工作方式的根本性革命。按商务交易的参加对象划分，电子商务一般分为三类：企业与企业之间 ( business to business，简称 B to B 或 B2B )；企业与客户之间 ( business to customer，简称 B to C 或 B2C)；政府与企业之间 (government to business，简称 G to B 或 G2B )。B to B 是当前电子商务发展的重点，B to C 相当于电子化的零售，G to B 主要是政府采购，这里政府既是电子商务的使用者也是电子商务的管理者。电子商务的交易过程包括信息流、资金流和物资流。信息流通过网络提供商品信息处理，实现交易信息的传送，它涉及因特网技术、数据库技术和信息发布技术。资金流指交易中资金的流

通和支付，其中支付的安全性是关键。最常用的安全协议有SET ( secure electronic transaction) 和 SSL (secure socket layer)。前者主要用于 B to C 模式，后者主要用于 B to B 模式，在交易过程中还需通过认证 ( certificate authority，CA) 中心来验证客户的身份。物资流连接制造商、零售商、供应商和顾客，集物品仓储、运输等流程为一体，更有效地把商品从生产线送到顾客手中。开展电子商务需要有交易支付、法律、安全、配送、新的商务模式、企业信息化和科技人才等良好的基础。（撰写：马范援　审订：童志鹏）



dianzi shangwu anquan

**电子商务安全**　security of electronic commerce　电子商务是一种新的商务活动形式，它采用现代信息技术手段，以数字化通信网络和计算机装置代替传统交易过程中纸介质信息载体的存储、传递、统计、发布等环节，从而实现商品和服务交易，以达到高效率、低成本、数字化、网络化、全球化等目的。电子商务活动可以通过因特网进行，也可通过内联网或其他公用网络进行。基于上述应用环境，信息安全是保障电子商务正常运行的重要组成部分，主要包括数据传输加密、数据完整性、身份验证、交易的不可抵赖等。电子商务的安全组件主要有：(1) 证书，证书表明所有参与电子商务活动的实体的身份，其中包含证书持有者的公钥(用于签名或加密)，由证书授权中心分发。(2) 证书授权体系，证书授权体系由证书审批部门和证书操作部门组成。证书授权中心对证书进行签名，并对证书进行管理。(3) 数据传输加密，保证数据在传输过程中的隐秘性，内容不为局外人所知。(4) 数据完整性，利用数据“摘要”或数据“指纹”等数据完整性机制验证数据是否被篡改(或是否完整)。(5) 身份验证，利用数字签名等机制验证实体的身份是否是其宣称的身份。(6) 抗抵赖，利用抗抵赖签字、抗抵赖协议等，使实体在实施行为后对实施行为这一过程无法予以否认。

（撰写：穆良知　审订：黄月江）

dianzi shuju jiaohuan

**电子数据交换**　electronic data interchange (EDI)　一种利用计算机进行商务处理的新方法。它是一种电子传输方法，要求将贸易、运输、保险、银行、商检和海关等行业的信息和经济文件，如定单、发票、报关单等，按照国际公认的标准格式和语言规则编制成电文，通过计算机通信网络传输，使各有关部门、公司与企业之间方便地进行数据交换与处理，完成以贸易为中心的全部业务过程。由于电子数据交换的使用可以完全取代传统的纸张文件的交换，因此也有人称它为“无纸贸易”或“电子贸易”。EDI 的环境包括网络平台、应用软件、商业工程、标准化、认证、安全等多个方面。特别是计算机应用、通信网络和数据标准化这三方面内容的相互衔接，相互依存，构成了 EDI 的基本框架。目前被广泛使用的 EDI 格式标准主要有两个：UN/EDIFACT 和 ANSI X.12，分别由联合国欧洲经济委员会 (UN/ECE) 和美国国家标准化协会的鉴定委员会 (ANSI ASC) 制定，国际标准化组织 (ISO) 采纳 UN/EDIFACT 作为国际标准 (ISO 9735)，该标准也被我国政府认可。电子数据交换是一项涉及面广、影响力深，正在蓬勃发展的电子信息应用技术，是当前最先进的贸易方式，正在国际上迅速推广，已成为当今参与国际贸易不可缺少的手段。

（撰写：邵培南　陈海燕　审订：瞿兆荣）

dianzi weizhuang

**电子伪装**　electronic camouflage　采用特殊器材和技术手段，减少、消除或改变目标的真实反射、吸收特性或制造假目标，使敌方电子探测设备难以发现或产生错觉的技术措施。电子伪装与电子侦察是对立的两个方面，其斗争的焦点是目标识别、防止识别或造成错误识别。由于目标总是淹没在复杂的背景之中，鉴别、提取目标与背景之间的差别是识别目标的基本依据。因此，设法减小甚至消除目标在背景中可探测的光学和电子学特征，降低或消除目标与背景之间的差别，就可以把目标隐蔽起来；或者设法歪曲甚至扩大这种差别，给敌人造成错误的识别。这是电子伪装的基本概念。从电子对抗的广义概念来讲，按照对付电子侦察手段的种类，电子伪装可分为五种：(1) 为了对付敌方通信侦察装备而实施的无线电伪装；(2) 为使敌方雷达缩短探测距离、不能发现、难以识别或使其产生错觉所采用的雷达伪装；(3) 为使敌方红外探测器难以探测到目标或产生错觉而实施的红外伪装；(4) 使敌方光学侦察设备难以发现、识别或产生错觉所实施的光学伪装；(5) 帮助潜艇和水面舰艇躲避敌人水声侦察而实施的水声伪装。（撰写：石　岚　审订：张伯周）

dianzi xitong anquan

**电子系统安全**　security of electronic systems　电子信息系统安全包括物理、电磁和信息安全三个方面：(1) 物理安全主要是指在战争、自然灾害和人为破坏下系统的生存能力，即顽存性。通过功能分布、设备冗余、系统重组、降级使用等系统设计和强化系统管理，并在系统各个要素里设置监控部件、自动监控和报告本要素运行情况；在各分系统或子系统逐级设置专门的系统监控席，负责监控和报告本级系统运行情况；在顶层监控的指挥下，灵活控制、调度全系统资源，以确保系统的生存和运行。(2) 电磁安全是指防止和避免从电磁频谱域对系统运行带来的损害。一方面是系统运行环境里自然和人为无敌意的电磁辐射对系统里以电磁波为传播媒体的传感器、雷达、无线通信等设备的破坏，以及通过辐射对计算机系统和有线通信等设备的破坏。这主要采用系统的电磁兼容性设计和现场测试与调试来解决。另一方面是敌方通过电子侦察、干扰、欺骗等手段对我方信息系统进行的进攻性电子战的破坏。这方面主要通过电子战防御和电子系统自身抗电子对抗能力来解决。(3) 信息安全是指针对信息的保密性、完整性、可用性的有意无意攻击的防止和避免 (参见信息安全)。从大系统角度，绝不片面追求自动化，对于必须确保安全的高机密信息，应在物理上与系统其他部分隔离、经由专门人工环节从专用数据库检索、调取、存储和修改信息，同时还要使其具有一定的实时性。

（撰写：陈次兮　审订：冯世章）

dianzi xitong gongcheng

**电子系统工程**　electronic systems engineering　以多种电子器件、模块、子系统等按一定规则连接在一起互通、互操作完成规定任务的系统，一般称为电子信息系统。电子信息系统是以信息过程为主要特征的系统，它是在使用单位内部及其运行环境之间，由信息收集、信息分发和信息处理 (含存储、检索、显示、信息管理与分发、网络系统监控) 等组成部分结合成的用以产生与分发所需信息，辅助使用单位进行决策、实现其运作目标的有机整体。将系统工程的理论和方法应用于定义、研制、建造、改造和运用电子信息系统的技术

与方法就是电子信息系统工程(学)。图1是电子信息系统的信息流程，图2是电子信息系统的组成。

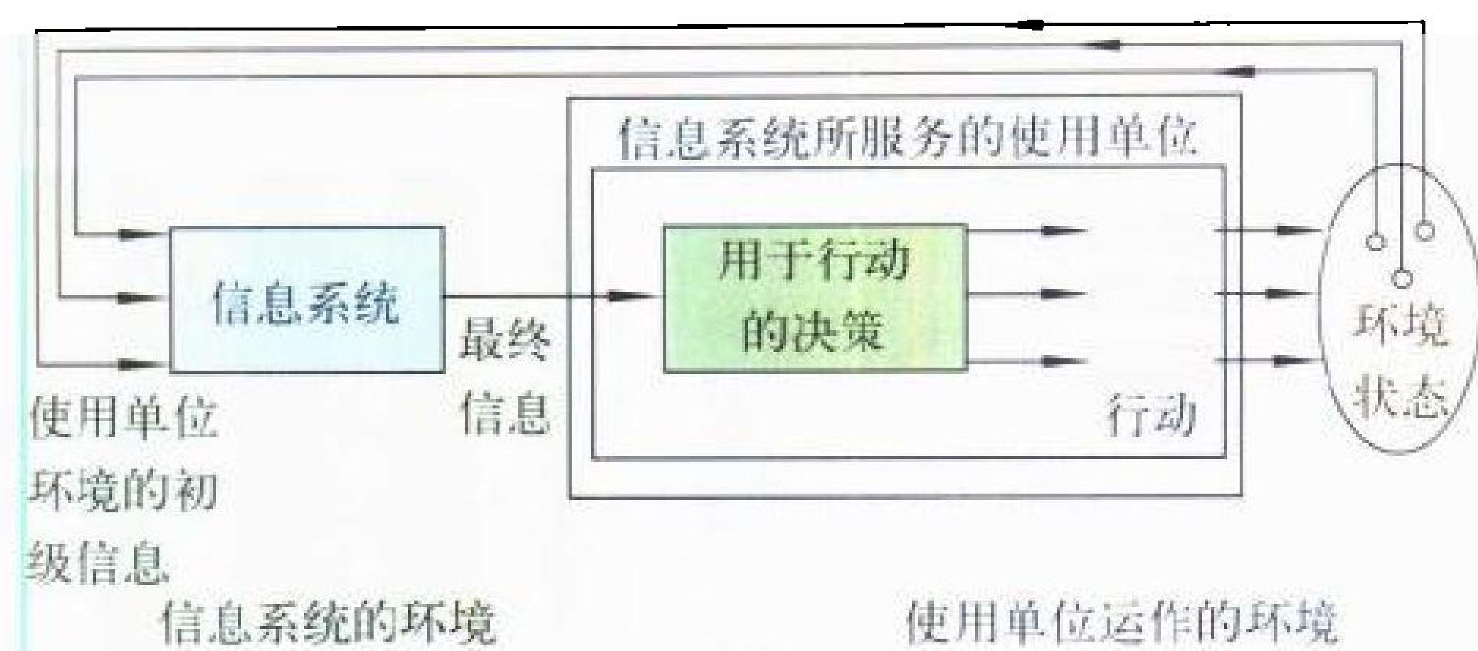



图1 信息系统的信息流程

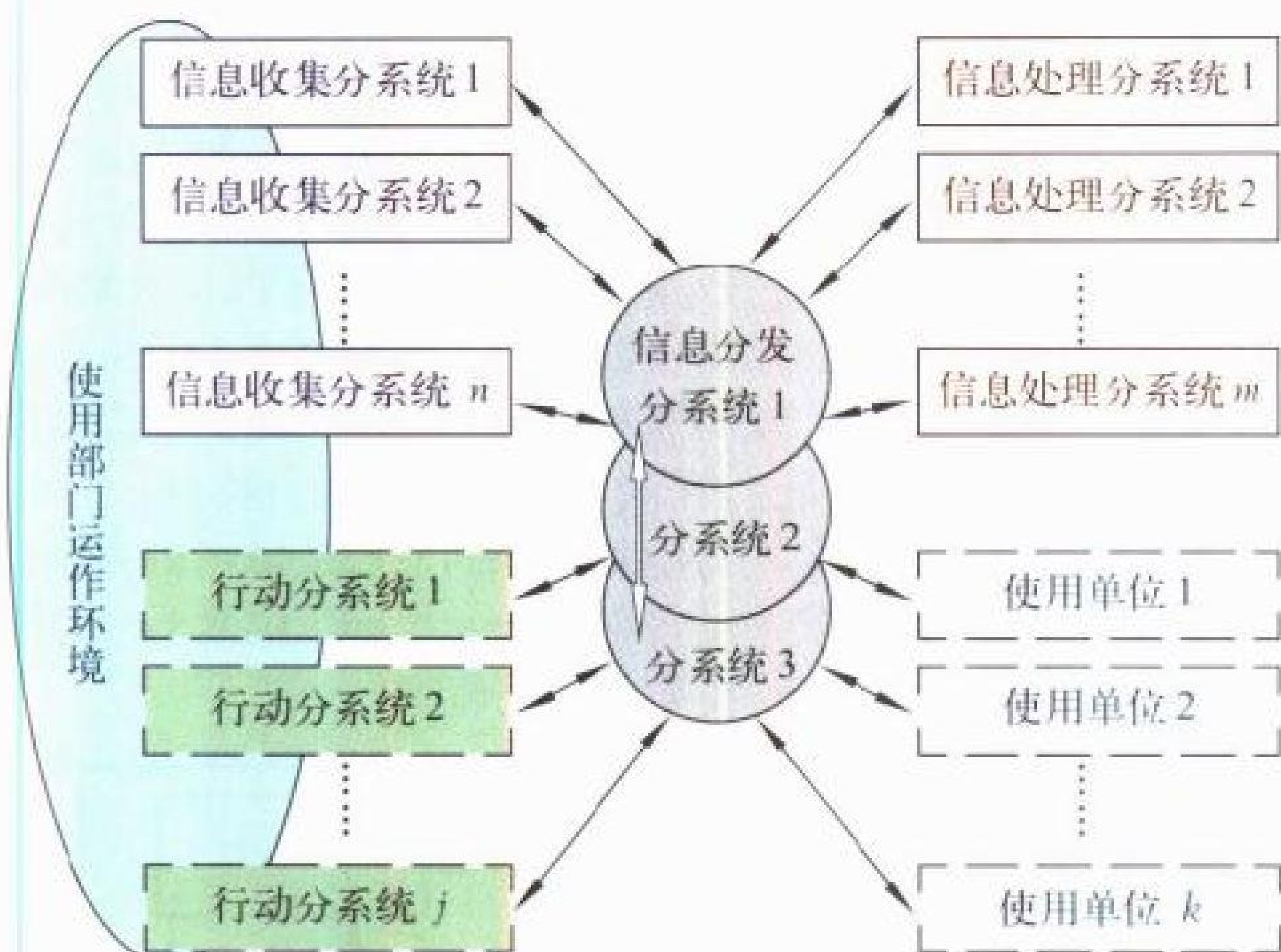
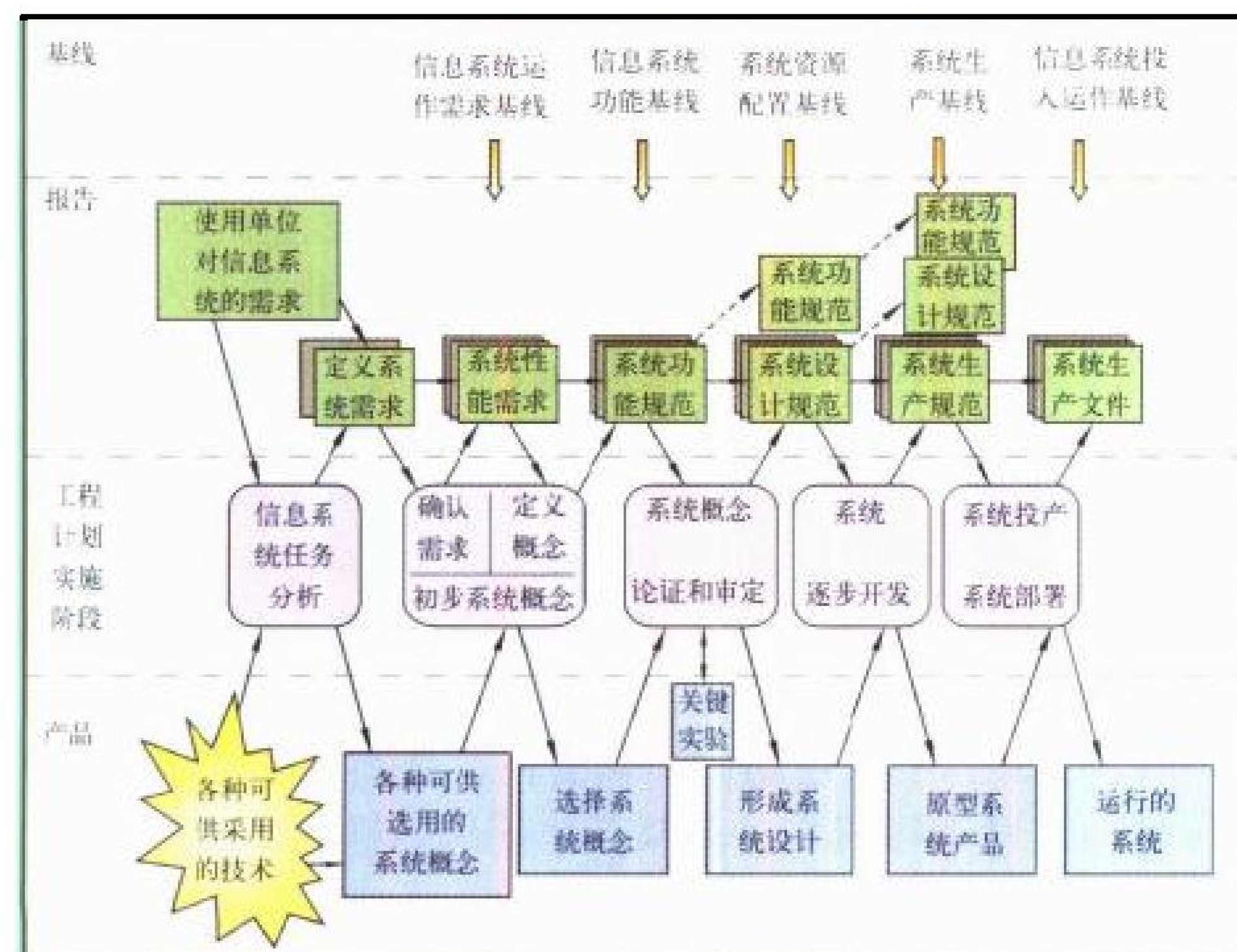



图2 电子信息系统的组成

（撰写：陈次兮　审订：冯世章）

dianzi xitong gongcheng fangfa

**电子系统工程方法** methodology for electronic systems engineering　在系统功能、建设时间、经费三方面作出优化决策的技术管理过程。采用能促进系统成功并适合高层次、大信息系统的工程方法，比较实用的有：面向系统工程过程的生命周期法(如图所示)。在此过程的各个阶段贯彻自顶而下的逐层分解法。从任务分析到系统概念确认阶段，是在“对系统的任务需求”与“可选用技术”之间反复决策、优化，以确定系统概念的过程。此时往往需用建模仿真法和多学科




信息系统工程过程——生命周期

横向综合法(从系统整体上综合应用传感器、雷达、通信、导航、识别、人工智能及计算机系统等多个学科的先进成熟技术)。最关键的环节是将应用需求转换为系统性能参数的描述，它将在很大程度上影响整个系统的成败。对于大的使用单位，往往使用方及研制方都一时难以比较全面、深入、详细地明确表述对信息系统的需求，加之从提出需求到系统投入运行要经历较长时间(以年计)，其间往往发生由于业务变动引起需求发生变化以及出现新技术，使系统有了新的选择机会的情况，这时上述的过程方法就难以很好地处理这些变化。为此提出了渐进获取法，即建设一点试用一点，逐步前进，以适应情况的变化。为了保证信息系统的成功和提高质量，还经常使用逐段评审法，即在确定系统性能与功能、确定系统概念设计、原型系统试验等阶段和在系统部署前，由研制方和使用方共同参加，进行评审和试验，及早发现问题并及时改进。（撰写：陈次兮　审订：冯世章）

dianzi xitong gongcheng lilun

**电子系统工程理论** electronic systems engineering theory　系统工程理论的萌芽是英国军事科学家在第二次世界大战期间研究解决雷达系统的应用问题而提出的运筹学，在通信系统的研制建设与运用中得到快速发展并逐渐形成了系统科学。电子系统工程理论包含两方面的内容：(1) 应用系统科学的共性理论，即运筹学、信息论、控制论、大系统理论及人工智能等理论；(2) 信息系统本身的理论，即信息系统建模理论(物理模型、逻辑模型、数据模型及一些业务的应用模型等)及仿真理论等。系统科学的整体性观点在工程应用中有极为重要的指导意义。系统整体性观点认为：任何物质客体都作为整体而存在，各类整体皆由相互联系和相互作用的各种不同的离散部分组成。系统整体特性既具有各部分特性之和，又由于系统整体对各部分联系和作用的有序组合，使整体呈现出各构成部分所没有的新的整体特性。电子信息系统工程理论强调应用整体性方法，始终把使用单位作为整体对待，以“整体—部分—整体”的方式来分析、认识整体，以使用单位的信息需求作为系统工程的出发点和终结点，来选择系统各组成部分并建立其相互间的联系和作用，使使用单位根据所获信息控制、调节系统的行为，达到系统整体功能的优化。（撰写：陈次兮　审订：冯世章）

dianzi xinxi meiti

**电子信息媒体** electronic information media　承载电子信息的各种载体，也是人类、生物、机器或对象之间传递交流信息的手段或中介物。国际电信联盟ITU定义了五种媒体：感觉媒体、表示媒体、显示媒体、存储媒体和传输媒体。感觉媒体如声音、图像、图形、动画和文本等。表示媒体如声音编码、图像编码和文本编码等。显示媒体如显示器、扬声器、打印机等输出媒体和键盘、鼠标器、扫描器等输入媒体。存储媒体如硬盘、软盘、光盘、磁带、只读存储器和随机存储器等。传输媒体如同轴电缆、双绞线、光纤光缆和无线电链路等。（撰写：戴井岗　审订：程　婵）

dianzi xinxi xitong hucaozuo nengli

**电子信息系统互操作能力** interoperability of electronic information systems　电子信息系统向其他系统提供和从其接收服务，并利用交换的服务有效地一起工作形成一个众系之系 (system of systems) 的能力。互操作是诸军兵种合成或联

合的基础和目标。美国国防部在 1998 年 3 月发布“信息系统互操作等级 (LISI) 文件”，为系统间互操作规定一个成熟或完善程度的模型，并确立联合作战互操作需求以评估信息系统满足这些需求的能力、方法与过程。LISI 分为五级，如表所示。

**LISI 互操作成熟模型**

| 等级 | 名称 | 特征 | 信息互换 | 计算环境 |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 企业 | 交互作用操作共享数据和应用 | 跨区域的信息与应用，共享先进的合作（交互作用的共用作战图片COP的更新、事件触发的全球数据库更新） | 全球信息空间 |
| 3 | 区域 | 共享数据分开应用 | 共享数据库，完善的合作(共用作战图片 COP) | NIDR、共用显示共享应用与数据 |
| 2 | 功能 | 较少共用功能分开数据与应用 | 异构产品交换，基本性合作（图像标注、地图文字叠加） | HTTP、NITF（国家图像格式） |
| 1 | 连接 | 电子连接，分开数据与应用 | 同类产品交换（FM 话音、战术数据链、文本、文件、文电、电子邮件） | |
| 0 | 孤立 | 不连接 | 手工信关（盘、带、硬拷贝交换） | |

LISI 互操作能力由 PAID 能力集构成，其中 P 为过程属性，包括政策、规定、标准、管理、安全政策和操作等；A 为应用属性，包括系统完成使命的目的和功能，功能由应用软件完成；I 为基础设施属性，包括通信、网络、系统服务、硬件和安全设备等；D 为数据属性，强调系统处理的信息，涉及数据格式（语法）与内容（语义），它包括系统操作每一等级支持的所有数据形式直至端用户的全部数据集，PAID 属性的作用见图 1。

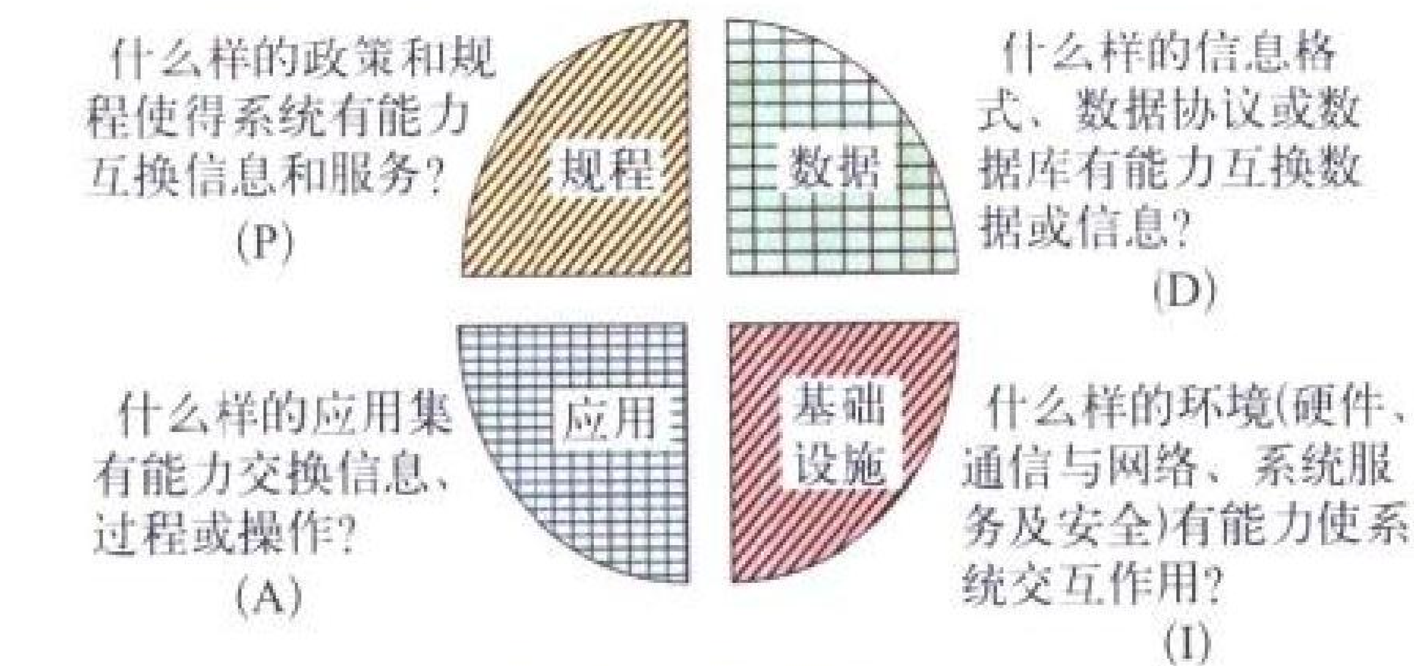



图 1 PAID 属性

评估系统的互操作性需把 PAID 属性应用到成熟模型的每一等级，见图 2。

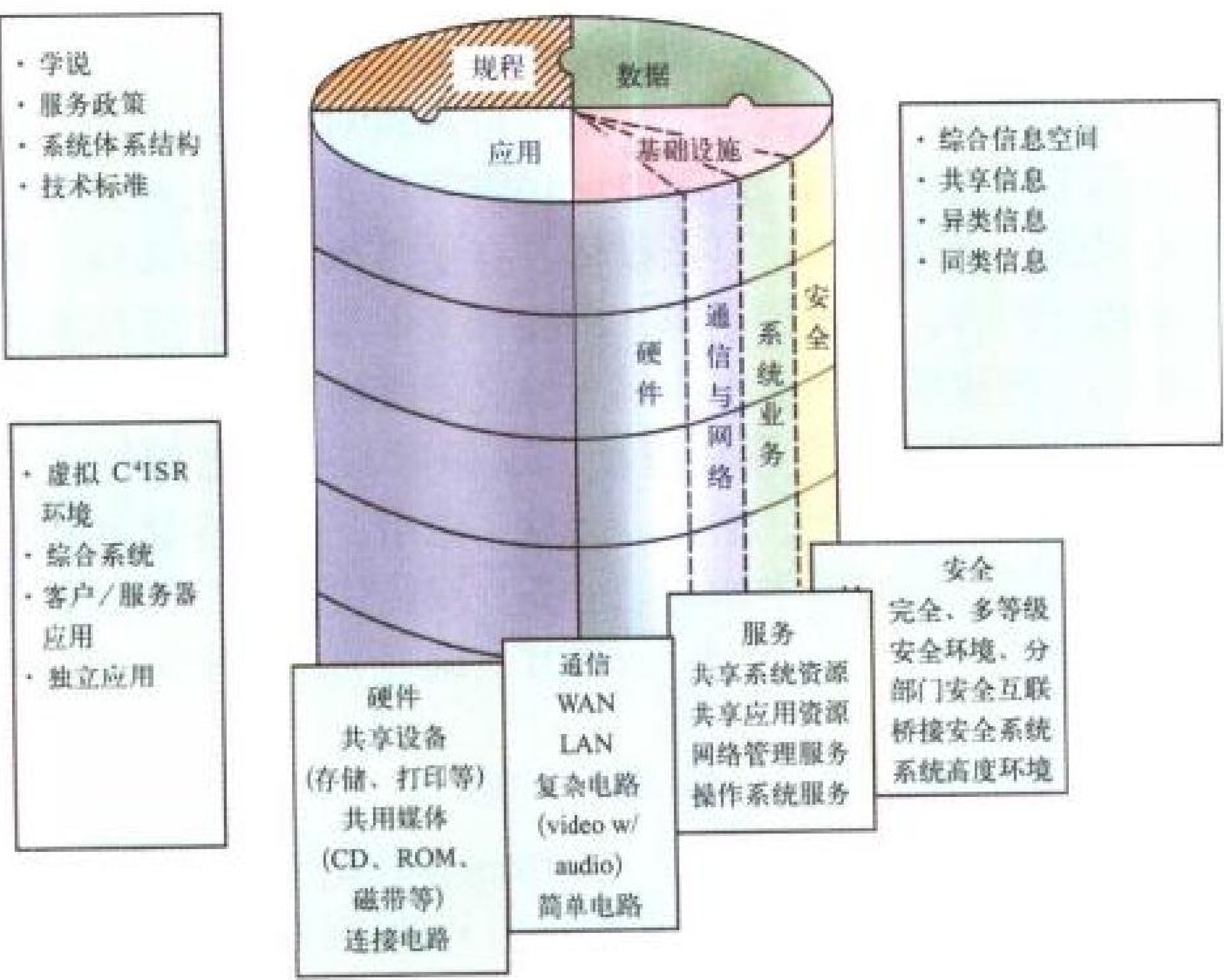


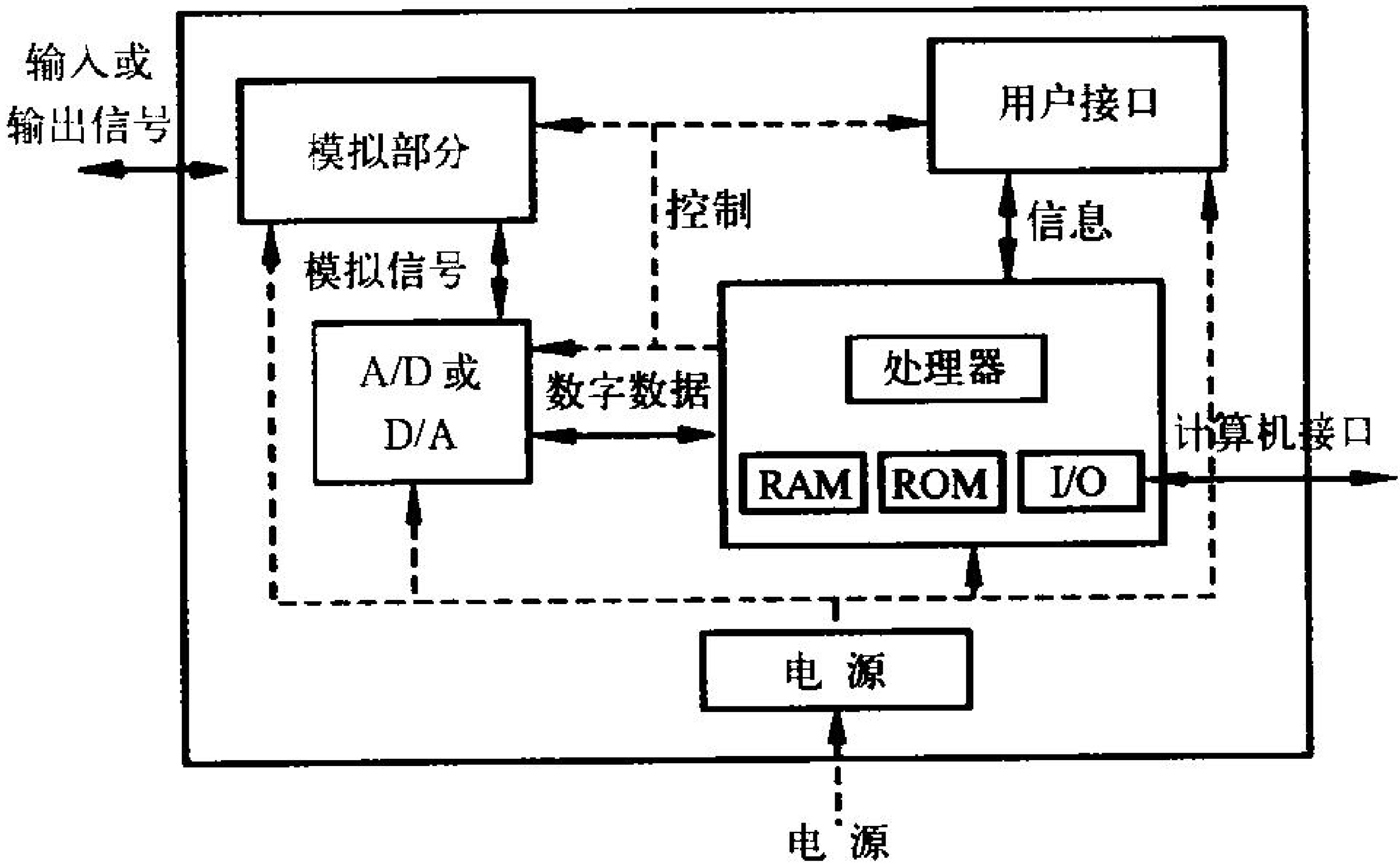

图 2 PAID 属性与互操作等级

LISI 是一种定义、考核、测度和评估信息系统互操作能力的过程，使用了共同基准和性能测度框架，应用于信息系统整个寿命周期，涉及从需求分析到系统开发、设备采办与后继改进升级的全过程，它是信息系统结构框架的重要组成。

（撰写：童志鹏）

dianzi yiqi pingtai

**电子仪器平台** electronic instrument platform 测试是检测客观世界的待测信息或待测事件物理性能参数的过程。由于客观世界信息的千变万化，因而测试仪器的结构也各有不同，然而，仪器平台却描述了各种仪器的通用结构模型，如图所示。可以看出，测试仪器是一个将客观物理量转换成测试信息量的变换器。而输出值与输入值的关系可用仪器的变换函数来表示。测试仪器平台由传感器、模拟调理部件、A/D 和 D/A 转换器、数字信号处理器、微处理器 (CPU、RAM、ROM)、计算机 I/O 接口、用户接口、电源及机箱组成。根据仪器平台的结构模型，可以得出测试平台必须具有的三个基本特性是：(1) 测试接口；(2) 人机接口；(3) 变换器。仪器平台的发展与计算机技术的发展是紧密相关的，计算机的控制能力和信息处理能力大大提高了仪器平台的性能，包括输入/输出的转换和信号处理等。




仪器平台的结构

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

dianzi youjian

**电子邮件** electronic mail (E-mail) 在因特网上提供的一种使用户能通过计算机网络收发信息的服务。它的功能与普通邮件基本无异，发送者和指定的接收者之间利用通信网络进行文本、数据、图像或语言等信息的非交互式通信。电子邮件最初是作为两人之间进行通信的一种机制来设计的，但目前已扩展到可以在一个组内通信，或是人对人 (interpersonal)，也可以是人对机 (person-to-computer)、机对人 (computer-to-person)，还可能是程序对程序 (program-to-program)。多数电子邮件应用都包括携带附件、读信和回信的功能。电子邮件是使用广泛的因特网多功能通信工具。利用 E-mail 与朋友通信、传输文件、获得电子书籍、订购电子报刊、获取微机软件以及其他任何微机里储存的信息。为方便用户，因特网上一些信息咨询服务中心专门编制了邮件服务器软件。每个因特网注册用户都有一个电子邮件账号，称为 E-mail 地址，包括：(1) 用户名；(2) @ 连接符号；

(3) 用户所连接的主机域名。

（撰写：邵培南 陈海燕 审订：瞿兆荣）

dianzizhan zhiyuan

**电子战支援** electronic warfare support 在作战指挥官分派或在其直接控制下，为搜索、截获、识别、定位有意和无意电磁辐射源，以达到立即辨认威胁的目的而采取的行动。它包括三个部分：(1) 信号情报，是指通过截获、分析和识别敌方电子装备有意/无意辐射的电磁信号而获得的情报信息的总称。它主要包括电子情报和通信情报两大部分。电子情报用于获取敌方电子装备、系统的类型、用途、方位、配置、技术参数、应用特点及相关武器或平台的属性等，以便判明敌方态势和行动企图，为制定和实施电子战战术决策提供情报依据。通信情报用于获取敌通信信号的信息内容，以供指挥决策参考。(2) 告警，利用雷达告警、导弹逼近告警和光电告警等设备，实时获取、测量和识别对作战平台造成直接威胁的雷达和光电制导武器信号，并向操作员发出威胁告警信号，以便及时采取相应的对抗措施。(3) 测向，包括雷达辐射源测向、通信辐射源测向和光电辐射源测向。其主要任务是测定各种电磁辐射源的方向，以引导电子干扰设备实施电子干扰并发出威胁告警。电子战支援的功能是为电子战作战、威胁规避、目标导向和其他战术行动的适时决策提供所需的情报信息，是实施电子战的前提。

（撰写：朱松 审订：吕连元）

dianzi zhencha diaocang

**电子侦察吊舱** electronic reconnaissance pod 军用飞机外挂的装有电子侦察设备的一种专用吊舱。电子侦察吊舱主要用于对敌方电磁辐射信号进行侦察、截获、分析，记录辐射信号参数和载机的当前位置及辐射源的方向，并对信息进行分析处理，获取电子情报和通信情报。电子侦察吊舱是电子对抗吊舱的一种，通常设计成一个独立的系统，使用时挂装在飞机的武器挂架上，与载机的标准化连接器的控制线相连。电子侦察吊舱的优点是通用性强，使用灵活，维护方便。采用电子侦察吊舱无需改动飞机结构，可根据需要及时增加飞机的电子侦察能力而不占用飞机内部空间。电子侦察吊舱的缺点是增加了飞机的载荷，占用了作战飞机的外部挂架，减少了飞机外挂武器的数量。

法国空军 ASTAC ELINT 吊舱

（撰写：朱松 审订：吕连元）

dianzi zhencha feiji

**电子侦察飞机** electronic reconnaissance aircraft 装载电子侦察设备，专门用于截获、记录、分析敌方电磁辐射信号并进行测向、定位的专用电子战飞机。包括有人驾驶电子侦察飞机、无人驾驶电子侦察飞机等。电子侦察飞机主要用于执行电子对抗情报侦察任务，遂行电子对抗情报侦察的方式主要有全线侦察、重点侦察、过往侦察等。全线侦察是沿被侦察国家的边境线或海岸线平行飞行对其浅纵深地区实施侦察；重点侦察是对被侦察国家的重点地区往返飞行，反复侦察；过往侦察是在执行特定任务过程中对过往地区实施侦察。电子侦察飞机也可执行电子对抗支援侦察任务，侦察飞机通常在靠近作战前沿己方一侧飞行或随攻击机群飞行，对敌电磁辐射源进行截获、识别和定位，向指挥员或攻击部队提供实时的辐射源信息。电子侦察飞机具有机动性能好、侦察范围比较大、能在敌防空火力之外的距离上实施侦察等优点。

美国 RC-135S 侦察飞机

（撰写：戴扣虎 修订：朱松 审订：吕连元）

dianzi zhiyuan zhencha

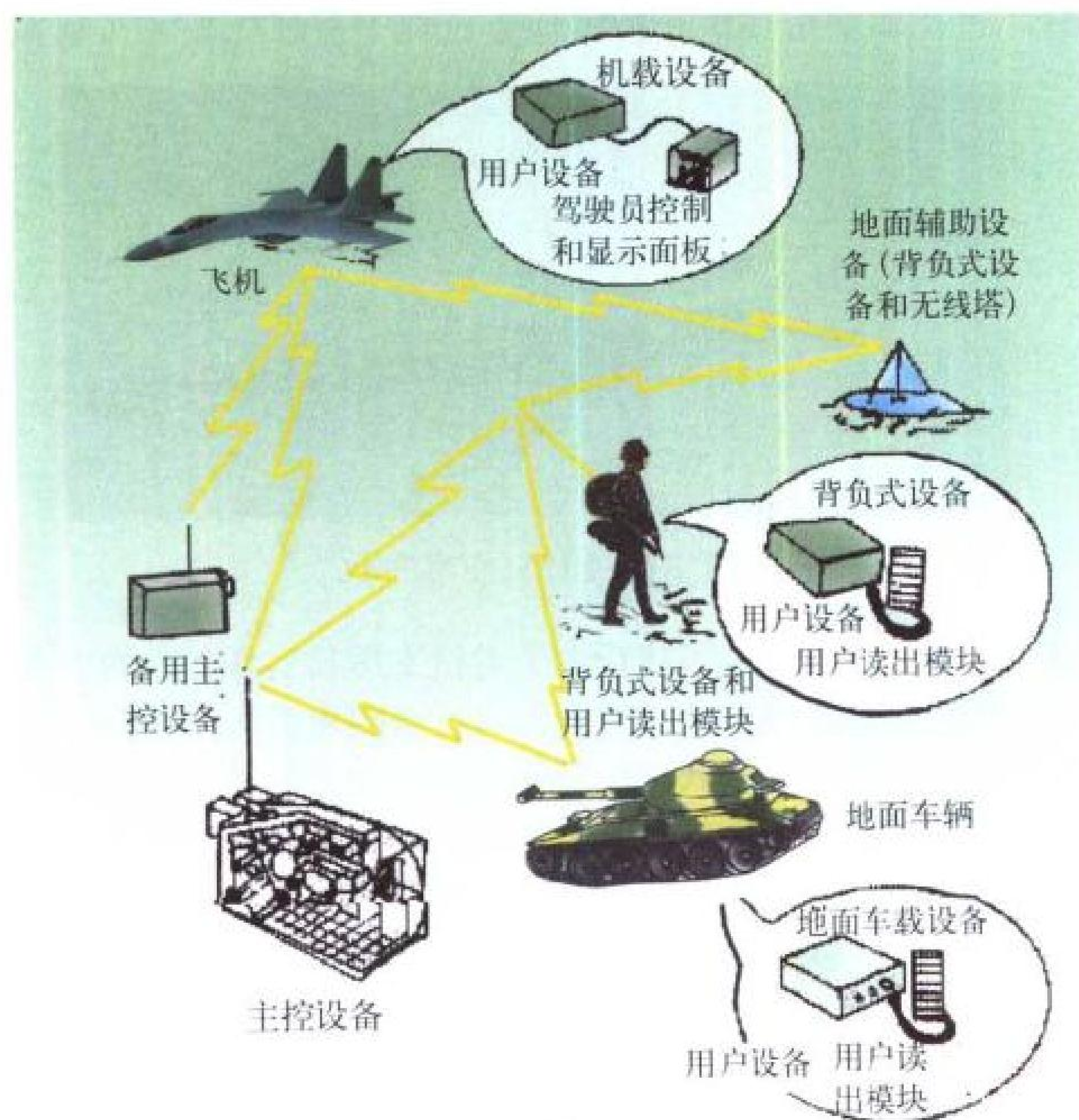
**电子支援侦察** electronic reconnaissance support measure 在作战准备和作战过程中，使用电子对抗侦察设备搜索、截获敌方电磁（或水声）辐射信号，实时确定辐射源的特征参数、方向或位置，判明辐射源的性能、威胁程度等，为实施电子攻击、电子防护和战场机动、规避等战术运用提供实时情报的电子对抗侦察。电子支援侦察属于战术侦察，它是在战役、战斗前夕及战斗过程中，对战场电磁辐射信号进行实时侦收、分析和识别，其主要目的是引导干扰机施放干扰，并及时向己方部队告警以采取机动规避行动，为摧毁敌方电磁辐射源提供目标位置信息，为己方采取电子反对抗措施提供敌方干扰源的辐射特性，以及为部队的其他战斗行动提供情报支援。电子支援侦察的主要特点是战术性、实时性和针对性。

（撰写：朱松 审订：吕连元）

dingwei baogao xitong

**定位报告系统** position location reporting system (PLRS) 用于陆军师和海军陆战队旅一级的综合性的战术数据系统。它由 2 台主控站（1 台备用）和多达 400 个用户设备组成（见图），用同步时分多址接入方法构成无线网络。用户设备可装备到单兵、战车或飞机上。对于指挥员来说，PLRS 如同一幅电子地图，向他指示出辖区内所有装备 PLRS 用户设备的单位的实时位置。用户能用 PLRS 定出自己的位置，并能与其他用户作有限的通信。在工作时，用户在规定的时隙发射信号，而且由于时钟均与主控站同步，因此信号到达时间 (TOA) 便代表了接收设备与发射设备间的距离。一般情况下大多数用户都不在主控站的视距之内，每个用户到其他用户的所有 TOA 被一层层（最多可 4 层）随着用户的发射而中继到主控站，在那里（用卡尔曼滤波法）计算出所有用户的位置（至少要用 3 个不同方向的 TOA），再将此信息一层层中继，以传送到用户，告诉其所在的位置。PLRS 的这种体制主要是要适应陆军在起伏不平的地形上机动作战的需要。用户与主控站间的同步也是通过双向测量 TOA，在主控站中算出它们的同步误差，然后通知它们进行校正而完成。PLRS 工作在 420～450 MHz 频段，采用跳频和直序扩频信号，有完备的加密措施，因此具有较高的抗干扰与保密能力。根据用户的机动情

况，水平定位精度在 20～100 m 之间。




PLRS 的系统组成

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

dingxiang hongwai ganrao

**定向红外干扰**　directed infrared countermeasure (DIRCM)　在导弹逼近告警系统的引导下，在导弹来袭方向上定向发射窄波束的红外干扰信号，干扰敌方红外制导导弹的一种光电干扰技术。按使用的光源可分为：⑴非相干定向红外干扰，它一般采用非相干的气体放电光源；⑵相干定向红外干扰，它采用激光器。定向红外干扰系统需根据导弹逼近告警系统指示的导弹来袭方位，跟踪瞄准目标，同时以较小的光束束散角发射高能量的红外干扰脉冲信号，照射来袭导弹的导引头，压制导弹的光电传感器，使其输出信号紊乱、饱和，甚至直接毁坏光电探测器，使导弹跟踪系统无法正常工作，从而使来袭导弹不能继续追踪目标而脱靶。定向红外干扰是一种压制式红外干扰，可用于固定翼飞机、直升机等高价值平台、对抗更先进的红外制导导弹。采用激光作为定向红外干扰系统的光源，使得定向红外干扰具有方向性好和干扰功率强等优点，是其发展重点。（撰写：王柏林　审订：徐国范）

dingxiangneng gongji

**定向能攻击**　directed energy attack　利用沿一定方向发射与传播的高功率能量流（微波、激光、粒子束）以光速攻击目标的军事行动。定向能攻击是利用定向能武器实施的。定向能武器是以电磁能和粒子能代替化学爆炸能，把能量聚焦成极细的能束，并以光速照射目标而直接攻击目标或杀伤敌人的一种新机理武器，它包括高功率微波武器、高能激光武器和粒子束武器。定向能武器的特点是：以光波传播的速度把高能量射束直接射向目标，瞄准即能命中，敌人难以躲避；射束指向控制灵活，能快速扫掠战区内的特定空间，并瞬时指向任何位置上的目标，因而可快速改变指向同时攻击多个目标；射束能量高度集中，直接对准攻击目标，因而可避免大范围的破坏或杀伤；武器发射时无声、无形，因而攻击目标时隐蔽，杀伤力强，能给敌人造成较大的心理压力；该武器既可用于进攻，又可用于防御。因此定向能武器将成为未来信息化战场上对付飞机、军舰、坦克、导弹乃至空间卫星等高价目标的重要武器系统，是未来战区反导、反舰导弹防御、防空系统的组成部分。（撰写：王　燕　审订：索以宾）

dingxiangnengshu

**定向能束**　directed energy beam　在很小立体角内定向传输能量的能束。定向能束可在大气或真空中以很小的立体角（半锥角为 $10^{-5}\sim10^{-7}$ rad）传输能量，其传输速度等于光速（激光束）或接近光速（高能粒子束）。所以，定向能束作为武器应用时，能在瞬间击中数千米至数千千米远的快速运动目标（如洲际弹道导弹的助推器、母舱、诱饵和军用卫星等），使目标的传感器、电子设备、结构受到破坏，人员受到伤害，从而摧毁目标。定向能束包括强激光束、高能粒子束（如中性氢原子和电子束）、高能微波束、以及尚处于概念研究阶段的定向电磁脉冲束和定向等离子体束。其中作为武器应用的战术中红外化学激光（MIRACL）已由美国空军进行了多次拦截巡航导弹和卫星的试验。定向能束要作为武器应用尚要提高功率和能量，解决大气效应以及目标的捕获、跟踪和瞄准等问题。（撰写：王戎瑞　审订：黄史坚）

dingzhi jicheng dianlu

**定制集成电路**　custom integrated circuit　为特殊用途或特定用户定制的集成电路。它可分为：⑴全定制电路，由 IC 厂家按功能级、逻辑级、晶体管电路级、版图级的顺序进行的全过程设计。它设计灵活，适应性强，电路性能良好，集成度高，芯片利用率高，是一种适用于生产批量大、结构重复性强的电路。⑵半定制电路，由集成电路厂商事先对硅片进行某种加工，制成通用的半成品，如门阵列母片，然后对特定用户所要求的电路进行布线设计和后工序处理。目前常用的有门阵列、标准单元、可编程逻辑阵列等方式。半定制电路大大减少了设计工作量，缩短了设计周期；适用于多品种、小批量的电路。运用 IC 厂提供的电路单元库以及 IC CAD、IC CAM、IC CAT 技术，用户自主设计或直接参与半定制电路的设计，再通过标准加工线投入生产，是定制集成电路通常采用的方法。（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

dongmubiao xianshi leida

**动目标显示雷达**　moving target indication (MTI) radar　能抑制固定或慢速运动的杂波，并在显示器或其他终端设备上显示快速运动目标回波的脉冲雷达。常规动目标显示雷达是相参脉冲雷达的具体应用。利用目标回波和杂波间多普勒频移 $f_d$ 的差别，采用滤波措施抑制杂波，从而能在杂波背景中检测动目标回波。常规动目标显示雷达中全相参形式的简化框图见图 1。多个相邻雷达工作周期的相参回波见图 2。以

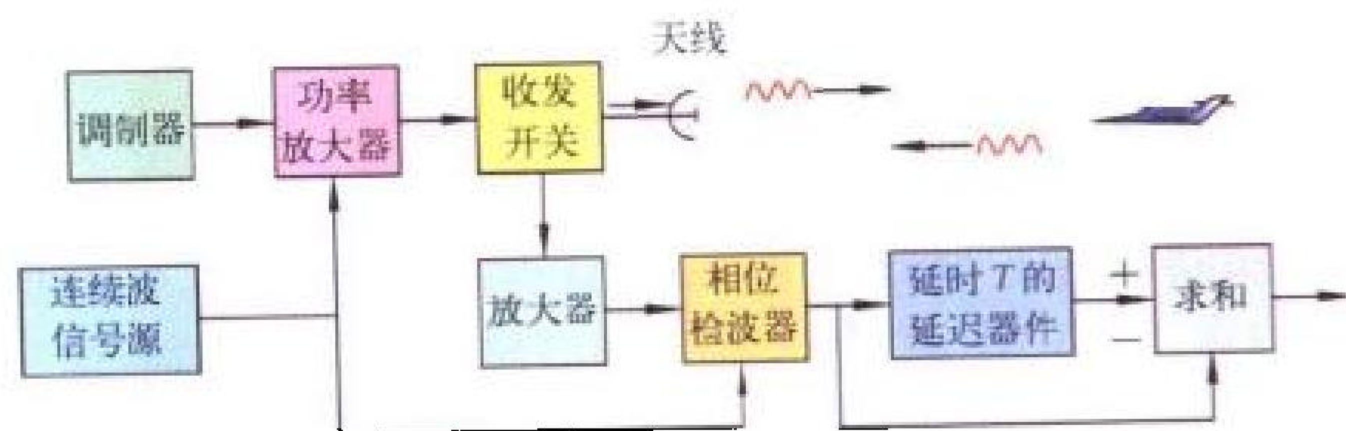



图 1　全相参形式的简化框图

相邻重复周期 $T$ 的信号相减形式构成的杂波滤波器，其频率响应 $H(f)$ 见图 3。$H(f)$ 在 $f_d$ 为 O 和 $f_r$ 的整倍数附近有抑制回波的凹口。因此，径向速度的多普勒频率 $f_d$ 为雷达重复

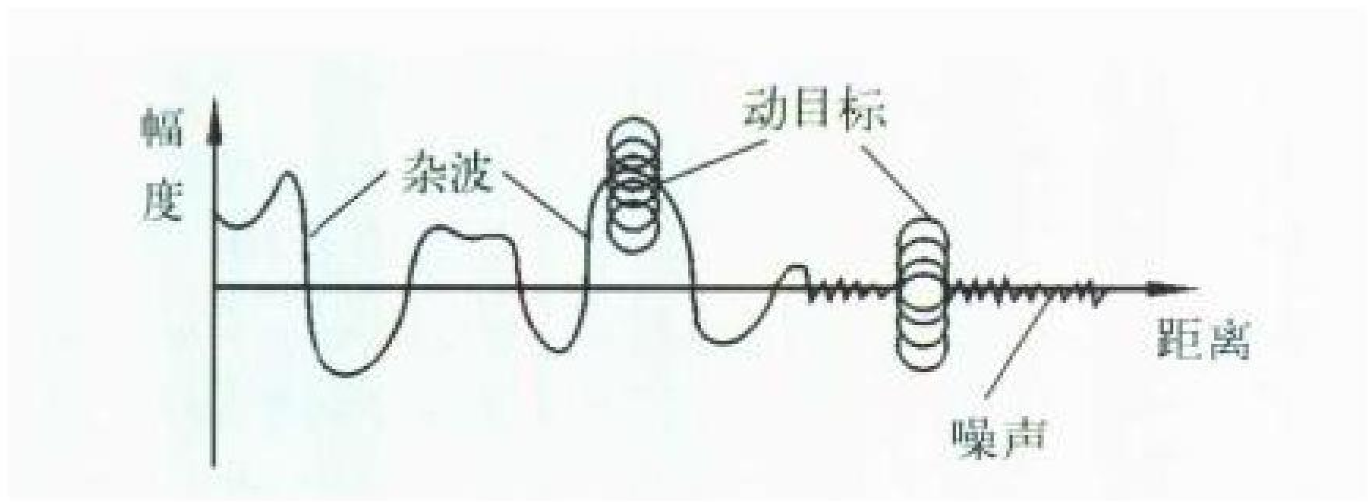



图 2 相参回波

频率$f_r$的整倍数时是目标的盲速。实际应用的数字式矢量对消器型的滤波器的示意图见图 4。抑制多普勒频谱较宽的杂

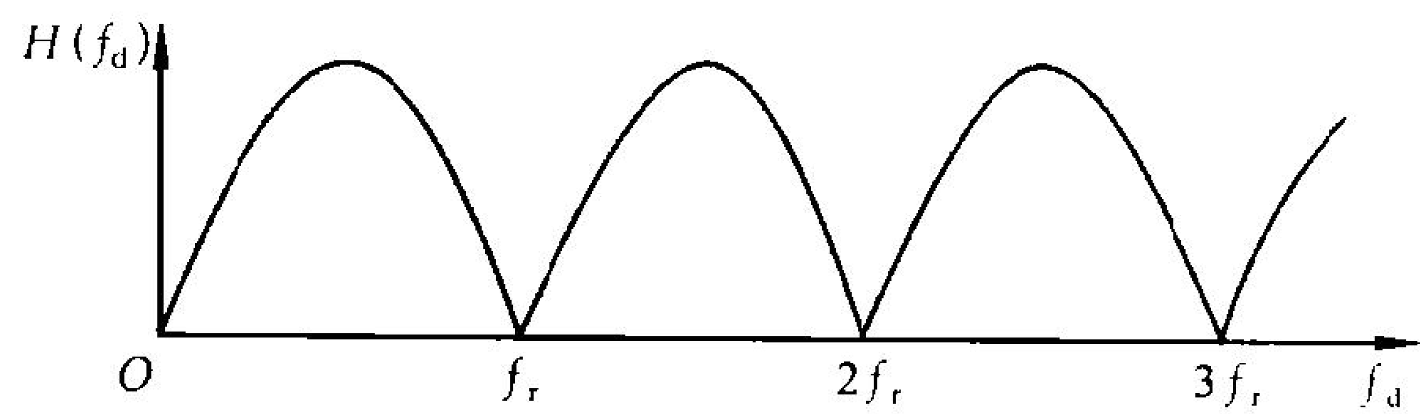



图 3 杂波滤波器频率响应 $H(f_d)$

波，需用多级级联的滤波器，其频率响应

$$H(f)=[2\,|\sin\pi f_d T\,|]^m$$

式中 $m$ 为级联数。$m$ 越大，$H(f)$ 的凹口越宽。雷达采用不同长度参差的工作周期，则可将盲速提高到目标实际速度以外。描述动目标显示性能的主要指标有：动目标显示改善因子、杂波中目标可见度、杂波对消比等。

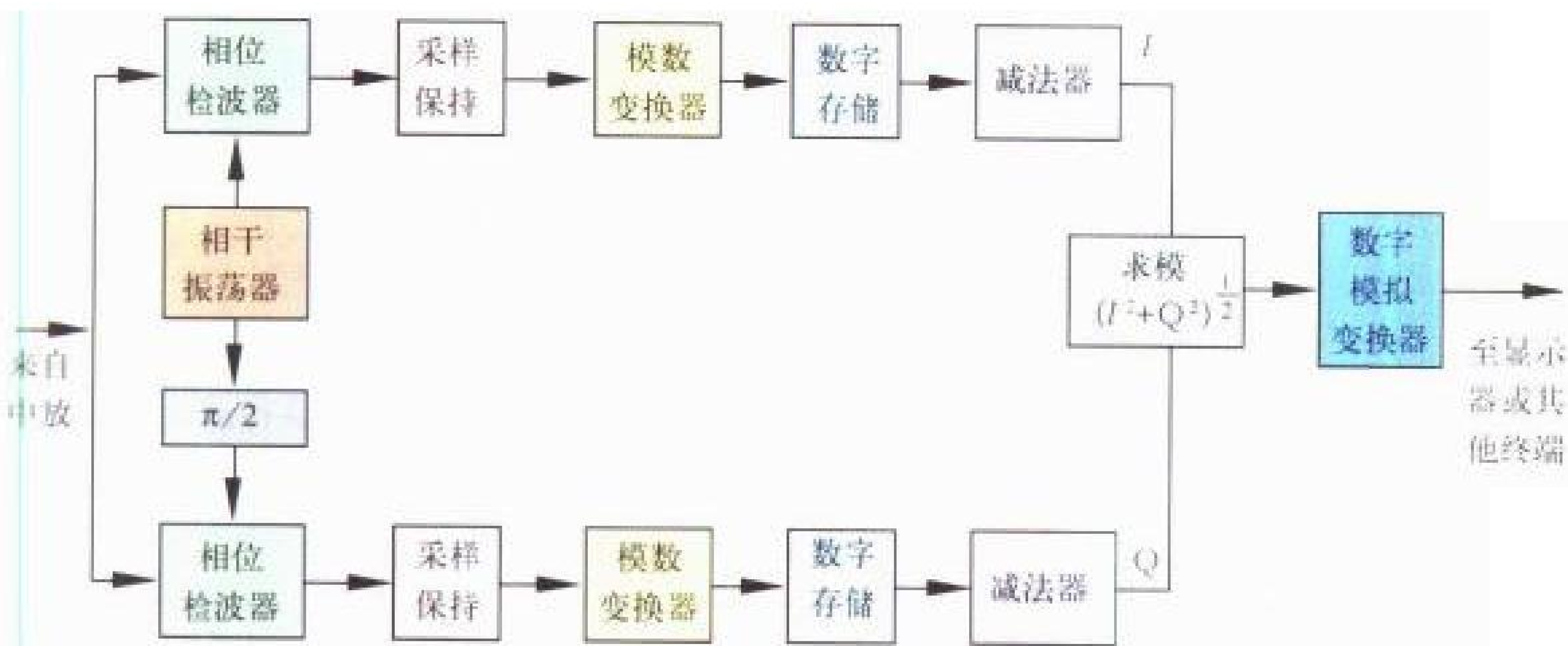



图 4 数字式矢量对消器型的滤波器示意图

（撰写：黄为倬　审订：王福如）

dongtai suiji cunqu cunchuqi

**动态随机存取存储器**　dynamic random access memory (DRAM) 保存的数据处于变动状态、使用时需要不断地周期性地进行刷新的随机存取存储器。典型的 DRAM 存储单元由 MOS 晶体管和电容组成。存储单元利用 MOS 管栅极电容的电荷存储效应表示二进制数值并实现数据保存的原理进行设计。因为栅极 MOS 电容存储的电荷会随时间而泄漏，所以存储器保存的数据处于变动状态。需要及时地不断地给电容补充电荷，以防止数据丢失，这种操作称刷新。因此 DRAM 芯片需辅以刷新控制电路。DRAM 作为典型的 IC 产品，其集成度高，需求量和生产量最大。它是存储容量最大的存储器芯片，目前 16 Mb、64 Mb 的 DRAM 是主流产品、256 Mb、1Gb DRAM 产品已经问世。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

duji jiance jiguang leida

**毒剂检测激光雷达**　chemical agent detection laser radar　用于遥测空气染毒情况的激光侦察器材。它为部队采取防护措施和解除防护提供依据。由于每种毒剂有其各自的光谱特性，可以用可调谐激光遥测空气中毒剂的光谱特性，以识别毒剂种类及其含量。　　（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

duchu dianlu

**读出电路**　readout integrated circuit　把焦平面阵列探测器的信号经多路传输器组合成单一视频输出的装置。目前，红外焦平面阵列最通用的读出电路类型有电荷耦合器件(CCD)、金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)开关、电荷成像器件(CID)和电荷成像矩阵(CIM)等。其中 CCD 和 MOSFET 开关是应用最广泛的两种读出电路。CCD 读出电路是由 MIS 栅组成，使模拟电荷包按顺序转移至输出电路，其优点是容易与探测器做成单片式结构、线性度好、响应均匀、噪声低和功耗小，已被广泛应用于可见光至近红外摄像系统。MOSFET 读出电路由于电路密度可以做得很高，因而为电荷存储留出了较多的空间，并与比较好的噪声特性结合，可以达到很大的动态范围。另外，硅工艺对 MOSFET 的设计和制造是高度标准化的，可实现高成品率和低成本。因此，对于要求有较大的电荷存储容量和高速像元读出速率的高背景应用，可采用 MOSFET 开关读出电路。例如，锑化铟红外焦平面阵列一般采用硅 MOSFET 开关电路通过铟柱与 InSb 探测阵列进行倒装焊连接，而构成混合式结构。

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

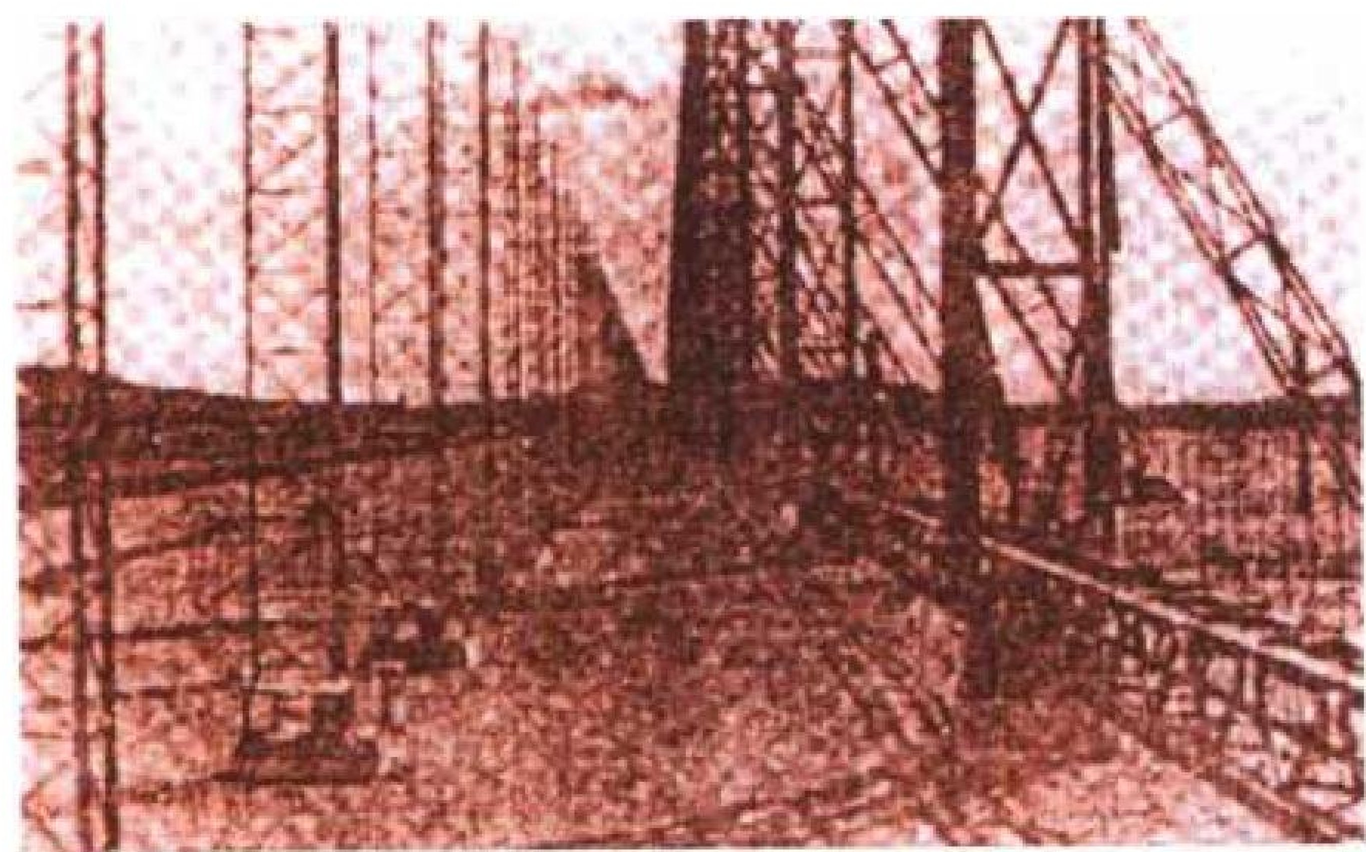
duanbo duogongneng zishiying tongxin xitong

**短波(多功能)自适应通信系统**　short wave (multi-functional) adaptive communication system　使短波通信系统自身的若干工作参量不断改变，以适应短波信道的变化，从而使短波通信性能达到最佳状态的通信系统。在短波自适应通信系统中发展最早的是频率自适应技术。它通过线路质量分析(LQA)，根据测量得到的短波信道参量，对系统中预置的频率进行评分排队，然后通过自动链路建立(ALE)协议，在最佳频率上建立通信链路，若最佳频率不能沟通，则在次佳频率上沟通电路，若电路仍不能建立，则尝试用下一个排序频率，直到链路建立，或者建链失败。短波自动链路建立有异频和同步两种方式。同步 ALE 的自动链接速度较快。20 世纪 90 年代以来，已将短波频率管理技术和频率自适应技术相结合，提高了频率自适应系统的效率。除频率自适应外，还有多种自适应形式：例如功率自适应、速率自适应、空域自适应(零位天线)、调制/编码方式自适应及自适应信道均衡等。这些自适应技术都是在对短波信道参量进行实时测量的基础上实现的。多种自适应方式可以组合应用，形成多功能自适应通信系统。　（撰写：杨世泰　审订：李振邦）

duanbo leida

**短波雷达**　short wave radar　工作波长在 100～10 m (频率为 3～30 MHz) 的雷达。1938 年第二次世界大战前夕，由于当时受大功率发射管最高频率研制水平的制约，英国布防在英吉利海峡的对空警戒雷达链 (chain home network) 便在这一波段内。它的方位分辨率甚差，只能提供有无飞机来袭的粗略情报，但在当时对英空军的作战和伦敦的防空已起到了很大作用。短波雷达的最大缺点是需要大天线才能获得窄波束，而且环境噪声电平较高，可用的频带较窄。此外，雷达

需要探测的大部分飞行目标的外形尺寸均较波长小，因此，目标的雷达截面积较微波波段小。短波传播有一特点，它的天波在电离层有反射效应，因此美、俄均利用这一波段研制天波超视距（OTH）雷达，以期获得数千千米的探测能力和大面积的监视空域。例如美国的 AN/FPS−118 是有代表性的 OTH 雷达（见图）。我国在 20 世纪 70 年代也已开展这一领域的研究开发工作，并已取得较多的系统实践经验。



AN/FPS−118 雷达

（撰写：王福如　审订：华海根）

duanbo pinlü yuce ji guanli

**短波频率预测及管理**　short wave frequency prediction and management　在电离层探测历史资料或实时测量的基础上对短波通信电路未来使用的最佳频率进行预测，并根据预测的结果对短波通信系统使用的频率进行兼容性分配及发布。从频率上来划分，有最高可用频率预测、最佳可用频率预测及最低可用频率预测。从时段上来划分，有实时（5 min）频率预测、短期（日）频率预测、中期（周）频率预测及长期（月）频率预测。此外，还有电离层骚扰预报。实时频率预测是利用实时电离层探测手段，通过对短波信道的信噪比、多径时延及多普勒散布等参量的测量，对信道质量进行综合分析，从而得到当时通信电路的最佳工作频率。在电离层实时探测的基础上，利用流动加权等算法，可以进行短期、中期预测。电离层长期预测是利用预报的太阳活动性指数来对未来通信电路的通信频率进行预报。目前短波电离层斜向选频探测系统多采用调频连续波（FM/CW）体制。实时频率预测的优点是准确、实时性强，通常用于军事通信。长期频率预测适用于进行频率规划并可在短波系统设计阶段使用。

（撰写：杨世泰　审订：李振邦）

duanbo tongxin

**短波通信**　short wave communication　又称高频（HF）通信。利用波长为100～10 m（频率为 3～30 MHz）的电磁波进行的无线电通信。短波通信主要靠天波和地波两种方式的传播。天波传播是靠电离层的反射，传播衰耗较小，利用天波能进行数千至数万千米的远距离通信。地波传播是沿地球表面绕射，传播衰耗随着频率增高而加大，通常使用短波的低频端进行近距离（一般数十千米）通信。利用天波传播必须适应电离层参数的变化，正确地选择和适时更换工作频率，否则会发生通信中断。天波传播还存在多径传播和快衰落等现象，严重影响短波通信性能，使短波传输数据速率受到较大限制。但是，短波通信具有设备简单、成本低、通信距离远、机动性好、抗毁能力强等优点，在通信中一直占有重要地位，是军事通信的重要手段之一。随着短波自适应选频和自动链路建立（ALE）技术、调制解调器技术、分集接收技术、压缩扩张技术和其他各种自适应（速率、功率、误差控制、零位天线、均衡等）技术的发展和综合利用，短波通信的性能和可通率不断提高；随着短波慢速跳频（5 跳/秒、10 跳/秒、20 跳/秒）和新型短波扩频（直接序列扩频）、快速跳频（2000～5000 跳/秒）通信技术的发展，短波通信抗干扰能力不断增强，使短波通信的应用前景更加广阔。

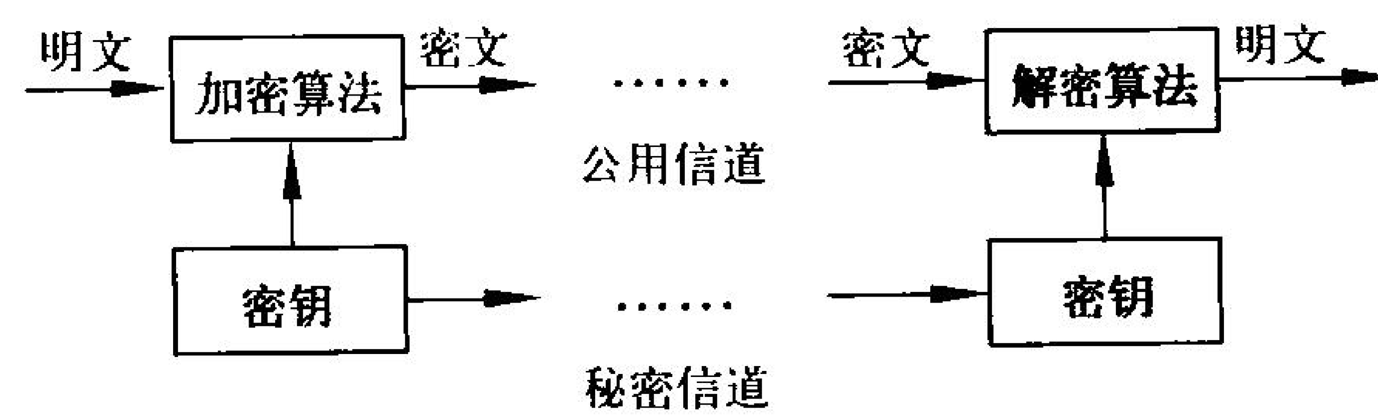
（撰写：沈琪琪　修订：黄怀信　审订：李振邦）

duanjixian gansheyi

**短基线干涉仪**　short baseline interferometer　基线长度在 1000 个波长以内的干涉仪。无线电短基线干涉仪，测量元素是方向余弦（$R$、$l$、$m$）和方向余弦变化率（$\dot{R}$、$\dot{l}$、$\dot{m}$）。在短基线条件下，距离差除以基线就是方向余弦。使用载频信号进行距离差测量，精度虽高，但因基线短，其等效测角精度不如长（中）基线干涉仪。此外需在基线上设置多个天线对来解模糊，主、副站间需用稳相电缆传输信号，系统较为复杂，适合于中精度外弹道测量，主要用作发射场区跟踪测量等。　（撰写：李本立　审订：干基磊）

duichen mima tizhi

**对称密码体制**　symmetric cryptosystem　加密和解密使用相同密钥的密码体制。以在通信系统中应用为例：在通信前，必须经由秘密信道给通信双方分发一对相同的密钥。通信时，发方使用加密密钥参与加密算法运算对信息加密，并




对称密码体制

将加密后的密文经由公用信道进行传输。收方则用与发方完全相同的密钥参与解密算法运算对密文进行解密，恢复出原始明文，从而实现保密通信。典型的对称密码体制用于通信系统的框图如图所示。　（撰写：穆良知　审订：黄月江）

duidi fangkong yazhi

**对敌防空压制**　suppression of enemy air defence (SEAD)　采用实体攻击和电子攻击手段，压制、摧毁或削弱特定区域内敌防空能力的行动，包括：⑴ 战区性对敌防空压制，在全战区内对预先确定的敌防空设施（如远程预警、地面截击和目标指示雷达、指挥通信节点等）实施以降低或摧毁敌防空系统的效能，保护己方飞机安全突防；⑵ 局部性对敌防空压制，通常在有攻击目标或己方部队运动路线的地域内实施，主要是压制敌方的中、低空防空导弹，高炮以及电子对抗设施等，保护己方飞机实施空战和通过高威胁空域；⑶ 补充性对敌防空压制，用于作战平台自卫或对敌随机出现的防空目标实施主动的攻击。实施对敌防空压制，可以压制、摧毁或削弱敌防空系统的效能，为己方航空兵以最小的损失完成所有的空中作战任务创造一种有利态势。对敌防空压制是现代航空兵作战任务不可分割的组成部分，也是空军夺取空中优势的一个关键因素。　（撰写：朱 松　审订：吕连元）

duiduomubiao de qipian ganrao

**对多目标的欺骗干扰** deception jamming against multiple targets 采用多个干扰信道或分时占用同一干扰信道，形成多个欺骗干扰信号，同时干扰多部雷达的干扰技术。在干扰多部预警和监视雷达时，通过多目标欺骗干扰设备，形成多个假目标，使这些雷达获得虚假的情报信息，达到干扰的目的。在干扰多部导弹制导或火控雷达时，使用距离、速度和角度欺骗技术，诱惑或破坏这些雷达的正常跟踪，使其偏离或丢失目标。多目标欺骗干扰通常用于平台自卫。对付多目标的能力是多目标欺骗干扰技术的主要特征。多目标欺骗干扰设备按性能分为单通道系统和多通道系统。单通道系统从接收到发射只有一个干扰通道，应用时间分割技术实现对多目标的干扰。多通道系统一般有两个以上的干扰通道，通常一个为应答通道，另一个为转发通道。多通道系统的每个干扰通道能像单通道一样干扰多部脉冲或连续波雷达。多通道系统和单通道系统相比较，共同点是应用时间分割技术和信号跟踪器，而不同点是通道数的不同，多通道系统具有更强的多目标干扰能力，但需要付出更多的硬件设备量。实现对多部雷达欺骗干扰的关键部件是信号跟踪器，它在截获雷达信号后，能跟踪雷达信号的时域、频域和空域参数，为实施干扰提供依据。

（撰写：陈开林 修订：龚渝 审订：顾耀平）

duijingquezhidaowuqi duikang

**对精确制导武器对抗** electronic countermeasure of precise guided weapons 为降低、削弱、破坏敌方精确制导武器的作战效能所采取的战术技术措施和行动的总称。电子战是对抗精确制导武器的有效手段，它比应用硬武器摧毁花费少，技术可实现性大。电子战以精确制导武器系统的电子探测、电子通信、电子导航、电子控制、电子引爆等环节为攻击对象，使其中一个或多个环节低效或失效，从而影响精确制导武器的作战效能或使其完全失去战斗力。对精确制导武器的电子对抗，重点应放在对其制导系统的干扰。对制导系统的干扰作用时间长、可干扰环节多、可行性好。对精确制导武器的制导系统的干扰，应在远、中、近距离的各个环节上实施。在远距离上应对其探测引导雷达、GPS 导航、地形匹配雷达进行干扰；在中距离上对其指令传输系统进行干扰；在近距离上对其末制导系统（TVM 制导、雷达制导、红外制导、激光制导、电视制导等）进行干扰。应用多种干扰手段构成一个综合电子战系统，在各个环节上逐次攻击，最大限度地降低精确制导武器的作战效能。干扰精确制导武器的电磁近炸引信是最后一个对抗环节，其针对性强，反应时间短，实施难度大。（撰写：朱松 审订：吕连元）

duiliuceng

**对流层** troposphere 地球大气的底层，平均厚度为 10～12 km，赤道地区层顶高为 15～17 km，高纬地区则为 7～9 km。主要特性有：⑴ 占有大气层大部分质量。1 km 以下的贴地层，称为大气边界层，包含整个大气质量的 10%，直接受地面的影响。⑵ 温度随高度增加而递减。太阳可见光与紫外辐射能量的绝大部分为对流层浓密大气和地面吸收，转化的热向上传输，引起强烈的对流。中纬地区温度平均约为 300 K；在赤道和极区的对流层顶高度，则分别为 190 K 和 220 K。⑶ 赤道区接收的热较其释放的多，极区则相反，因而热流从热带传至两极，激起大气主环流，同时叠加有各种尺度的扰动（如行星波、声重波及湍流）。大气与海洋的相互作用对大气环流长期变化及气候变迁有着重要影响，大气以动量交换驱动海洋，海洋主要以热量交换驱动大气。海陆、山脉等不均匀性则加剧气象系统的不稳定性，从而可能出现龙卷风、飓风和台风等恶劣天气过程。⑷ 水气含量大，存在雨、雾、冰、雪等各种水气凝结体及雷暴、风暴等复杂气象过程。⑸ 对超短波、微波（特别是频率在 1 GHz 以上的微波）电波传播产生折射、反射、散射及吸收等多种效应，并存在多种折射指数（决定于温、湿、压）对波导结构（如逆温层、海面蒸发波导）的影响。（撰写：熊皓 审订：童志鹏）

D

duiliuceng sanshe tongxin

**对流层散射通信** tropospheric scatter communication 利用对流层中不均匀体对超短波以上的无线电波的前向散射来实现的超视距远距离无线电通信。早期的设备为模拟通信体制，现在的设备大多为数字通信体制。典型的对流层散射通信距离为 100～500 km，传输容量为几路至上百路电话。对流层散射通信主要优点是抗毁、抗干扰、抗侦收和保密性好，几乎不受核爆炸、太阳黑子、磁爆、极光和雷电的影响，并适合于跨越沙漠、群山、湖泊和海域等地形复杂的自然障碍。主要缺点是传输损耗大和接收信号衰落严重。为了克服信号衰落，往往采用分集接收技术。通信站设备主要包括大功率发射机，高增益天线、低噪声接收机和多重分集调制解调器。（撰写：秦建存 审订：李振邦）

duiqian tongxin

**对潜通信** submarine communication 与潜艇进行信息传递的一切通信手段。从广义角度，凡是与潜艇间进行信息传递，包括潜艇与潜艇间的信息传递都属于对潜艇通信的范畴；从狭义角度，对潜艇通信仅指岸基站与潜艇间的通信。一般而言，对潜艇通信包括岸基站、空中飞机、卫星、水面舰船和潜艇对潜艇等几种类型。潜艇在海上有潜航和水面航行两种基本状态，两种状态下使用的通信手段是不一样的。在水面航行状态，其使用的信息传输媒体有多种多样，如短波、超短波、卫星等，几乎所有用于水面舰艇通信的传输手段均可用于对水面航行状态的潜艇通信。在潜航状态，潜艇一般位于水下数十米，甚至数百米的深度，一般的电磁波由于穿透海水的能力弱，已不能实现对潜艇的通信，而波长较长的电磁波信号穿透海水的能力较强，故频率较低（波长较长）的电磁波较适于对潜通信。目前用于潜航状态潜艇通信的传输媒体有低频、甚低频、超低频等频段。尤其是超低频，其信号可以穿透海水达数十米到百米以上，因此特别适用于对潜航状态潜艇的通信。为了保证潜艇的安全和潜艇特定作战使命的需要，在进行作战任务的整个周期内，潜艇在绝大部分时间均处于潜航状态。因此，对潜通信的重点是对潜航状态潜艇的通信。超低频通信系统是目前已投入实用的对潜航状态潜艇最有效的通信手段。在通信业务方面，对潜艇通信以报为主，以话音和数据为辅；岸站对潜艇一般以低频、甚低频、超低频手段发送通播报文或指挥命令，在潜航状态的潜艇仅处于接收信息状态；一般潜艇在潜航状态或水面航行状态对岸台或其他对象通信使用高频超快速系统发送报文。对潜艇通信在级别上可分为战略通信和战术通信。一般对携带战略武器的潜艇（如战略核潜艇）的通信称为战略通信；对携带战术武器或执行战术使命任务的潜艇（如常规潜艇）的通信称为战术通信。（撰写：吴治国 审订：舒治安）

duishu fangdaqi

**对数放大器** logarithmic amplifier 输出信号的幅值与输入信号的幅值成对数比例放大的放大器。集成对数放大器由基本对数运算电路再辅以温度补偿电路构成。其中的基本对数运算电路实际上是一个反相运算放大电路，它在运算放大器的反相输入端和输出端之间连接有由非线性器件（二极管或三极管的集射极）组成的负反馈网络，它的对数特性正是通过具有非线性特性的反馈网络来实现的。集成对数放大器具有工作稳定、动态范围宽等特点，适用于电压—分贝变换电路、模拟乘法和除法器运算电路、自动增益控制电路等，是雷达、电子对抗设备、通信接收机和遥测系统的重要部件。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

duixiang

**对象** object 面向对象系统中运行时刻的基本成分。对象是把数据和对数据的一组合法操作（或称属性和行为）封装起来的单元。对象的数据表示对象的属性状态；操作（或称方法）决定了对象的行为和与其他对象的接口。公共数据对外界是可见的，可用于对象间信息的传递；私有数据则是对象内部的东西，是对象操作实现过程中的一些局部信息、因而是外界所不可见的，对象之间的相互操作、调用和应答通过将消息发送到对象的外部接口来实施。对象有 5 个基本特性：(1) 自治性，指对象具有一定的独立计算能力；(2) 封闭性，指对象具有信息隐蔽的能力；(3) 通信性，指对象具有与其他对象通信的能力；(4) 被动性，指对象的状态转换由外部刺激引发；(5) 暂存性，指对象可以动态创建与消亡。在面向对象系统中还引入了分类和继承。类是指具有相同操作（功能）与相同数据格式（特征）的对象的集合，规定了这些对象的公共状态与行为的特征。换言之，对象可看作类的一个实例。对象与类的关系相当于程序设计语言中变量和类型的关系。继承是一个代码共享机制，一个类的子类可继承其父类（也称超类）的数据结构和操作（过程），并且可以加入自身特有的操作（过程）和实例变量。

（撰写：张晓先　柳惠琳　审订：瞿兆荣）

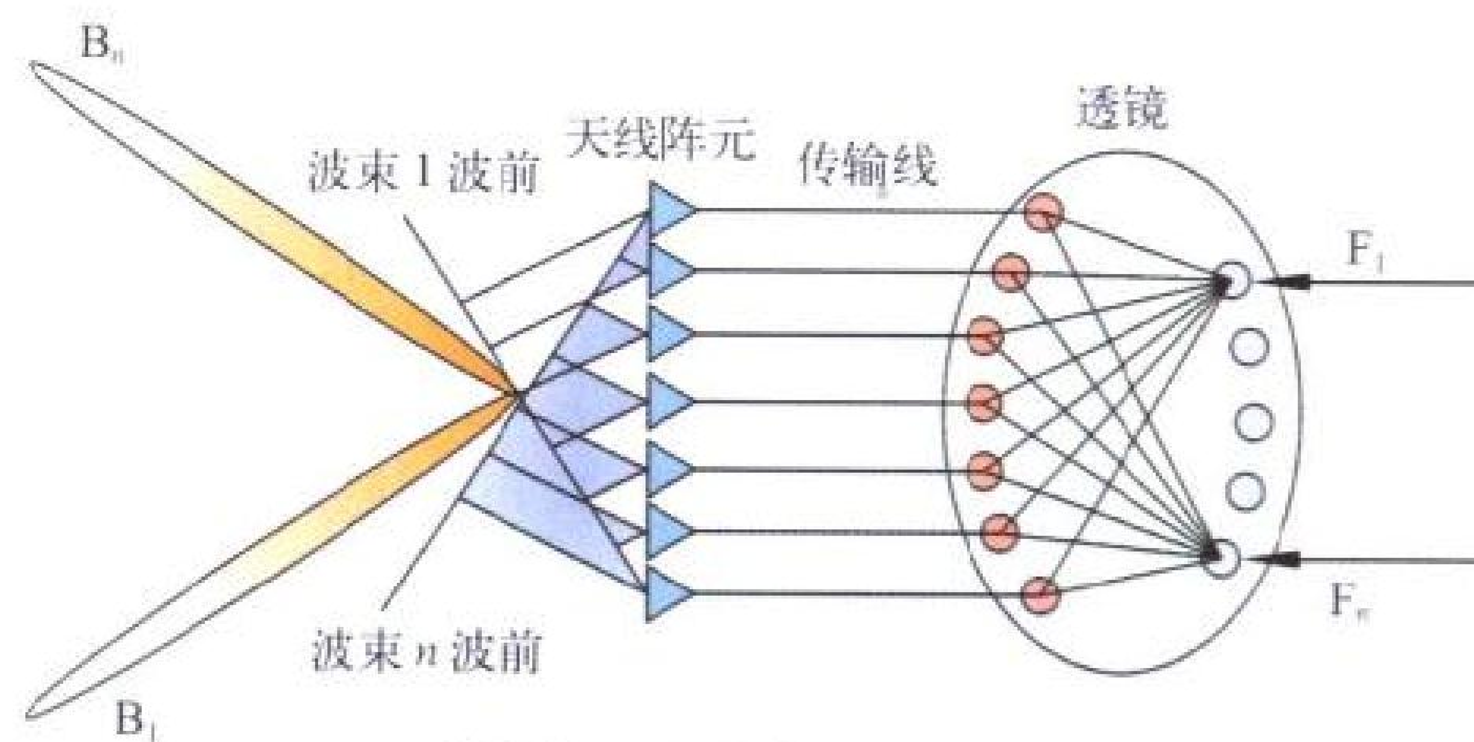
duoboduan leida

**多波段雷达** multiband radar 可工作在多个波段的雷达，即雷达的发射机、接收机、天线以及微波元件能够支持雷达工作在两个或更多雷达波段上。一种典型的战术应用是自行火炮（或弹炮一体）火控双波段跟踪雷达，采用 X 波段对初期目标进行截获和跟踪，然后在实际交战时用 Ka 波段对火炮进行控制。X 波段继续提供距离数据，精确控制火力所需的角度数据，特别是仰角数据则由 Ka 波段通道提供。这种雷达采用了一个具有双波段馈源系统的公共天线，而发射机和接收机通道则是分开的。为了测量上的应用，已经研制了同时工作在三个或更多波段上的雷达。美国海军研究试验室研制了一种跟踪雷达，它能够同时在 L、S 和 X 波段上测量目标特性。从这种雷达获得的数据可用来比较各种飞机目标的 RCS 统计特性。用于对地/海观测的多波段合成孔径雷达（SAR）可提供更多有用的信息。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

duoboshu ganraoji

**多波束干扰机** multibeam jammer 采用多波束天线阵技术的干扰机。多波束干扰机的特点是具有多个同时波束，且每个波束都具有天线阵全口径的增益。多波束干扰机的核心是多波束天线阵。多波束天线阵包括矩阵馈电多波束天线阵、透镜多波束天线阵和数字波束形成（DBF）天线阵等形式。其中以罗特曼透镜多波束阵应用最广。如图所示，罗特曼透镜馈电多波束天线阵主要由三个部分组成：罗特曼透镜，通常由微波带线构成，为每个阵元形成所要求的幅度和相位，以便在空间合成波束；传输线用于传输信号和补偿各支路的相位失配；天线阵元用于辐射信号，在空间形成波束。多波束的形成机理是：当位于透镜焦弧上的 $F_1$ 端口被激




透镜馈电多波束天线阵原理图

励时，电磁能被约束在透镜内部并传输至透镜输出端各端口，经相应的各传输线传输到每个天线阵元。当 $F_1$ 到每个阵元所对应的辐射波前有相等的电路径长度时，各波束在空间同相叠加，形成波束 $B_1$，波束的指向为波前的法线方向。同理，当 $F_n$ 端口被激励后，在空间的另一方向形成波束 $B_n$。同时激励多个端口，则同时形成指向各异的多个波束。用多掷开关将信号接入透镜的不同端口就对应于将信号辐射到相应的波束方向。这就意味着波束转换的速度是极快的。若在透镜与各天线阵元之间串联幅相一致的功率放大器，则构成有源多波束发射天线阵。多波束发射阵的有效辐射功率随有源阵元数的平方增加。多波束干扰机的优点在于能同时对多方位的多个目标实施干扰，且容易形成强大的有效辐射功率，但硬件设备量大，且技术复杂。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

duoboshu leida

**多波束雷达** mutlibeam radar 又称堆积波束雷达。它是一种由天线同时形成两个或两个以上对应不同仰角位置的独立波束的雷达。每个波束具有独立的处理信道。它通常分为不扫描多波束和扫描多波束两种形式。反射面堆积多波束利用收发共用的馈源阵列形成仰角面交叠的多波束。阵列多波束则利用多波束形成网络（含射频网络和中频网络）来形成，也可利用数字波束形成（DBF）技术来形成，而频相扫、多波束频扫等为典型的电扫描多波束。三坐标雷达是多波



堆积多波束三坐标雷达

束雷达的主要应用方向，在仰角面上形成两个以上交叠多波束用于目标测高。多波束雷达用于警戒、引导、目标指示和跟踪等，探测、监视空中目标。如图所示为一种堆积多波束三坐标雷达。（撰写：罗 健 审订：孙继云）

duoceng jinshuhua he duoceng buxian jishu

**多层金属化和多层布线技术** multilayer metallization and multilevel interconnect technique 多层金属化是指半导体器件工艺中为了降低接触电阻率，防止电迁移，避免单层金属层穿通浅结和提高可靠性所采用的一种工艺技术。它主要用于器件电极的欧姆接触、肖特基整流接触以及不同金属的过渡等。图 1 为多层金属化的典型结构。IC多层布线是指层间

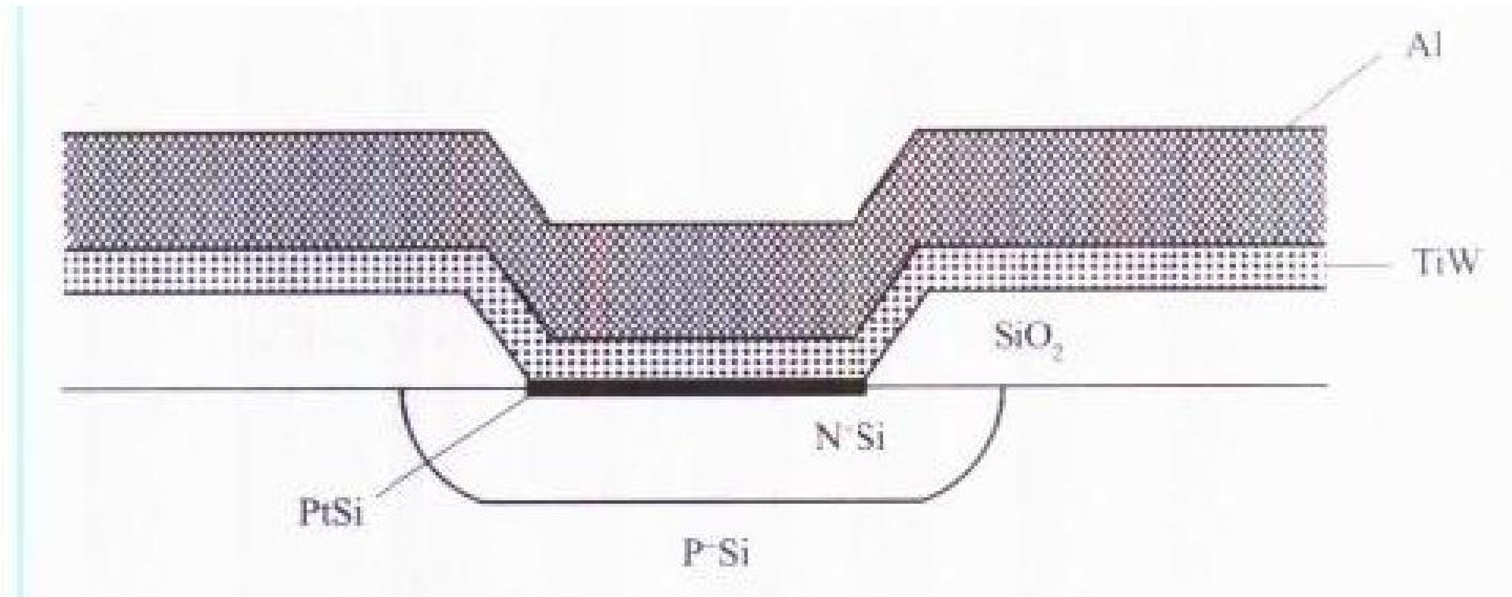



图 1 Al/TiW/PtSi/Si 多层金属接触结构

有介质隔离的金属布线，是一种用于实现 IC 中各单元以及整个芯片功能的电路连接工艺。多层布线可以充分利用芯片上层空间，故能有效压缩芯片面积，缩短布线长度，从而提高电路的工作速度，并给设计带来更多的灵活性。图 2 为双层金属布线工艺结构。

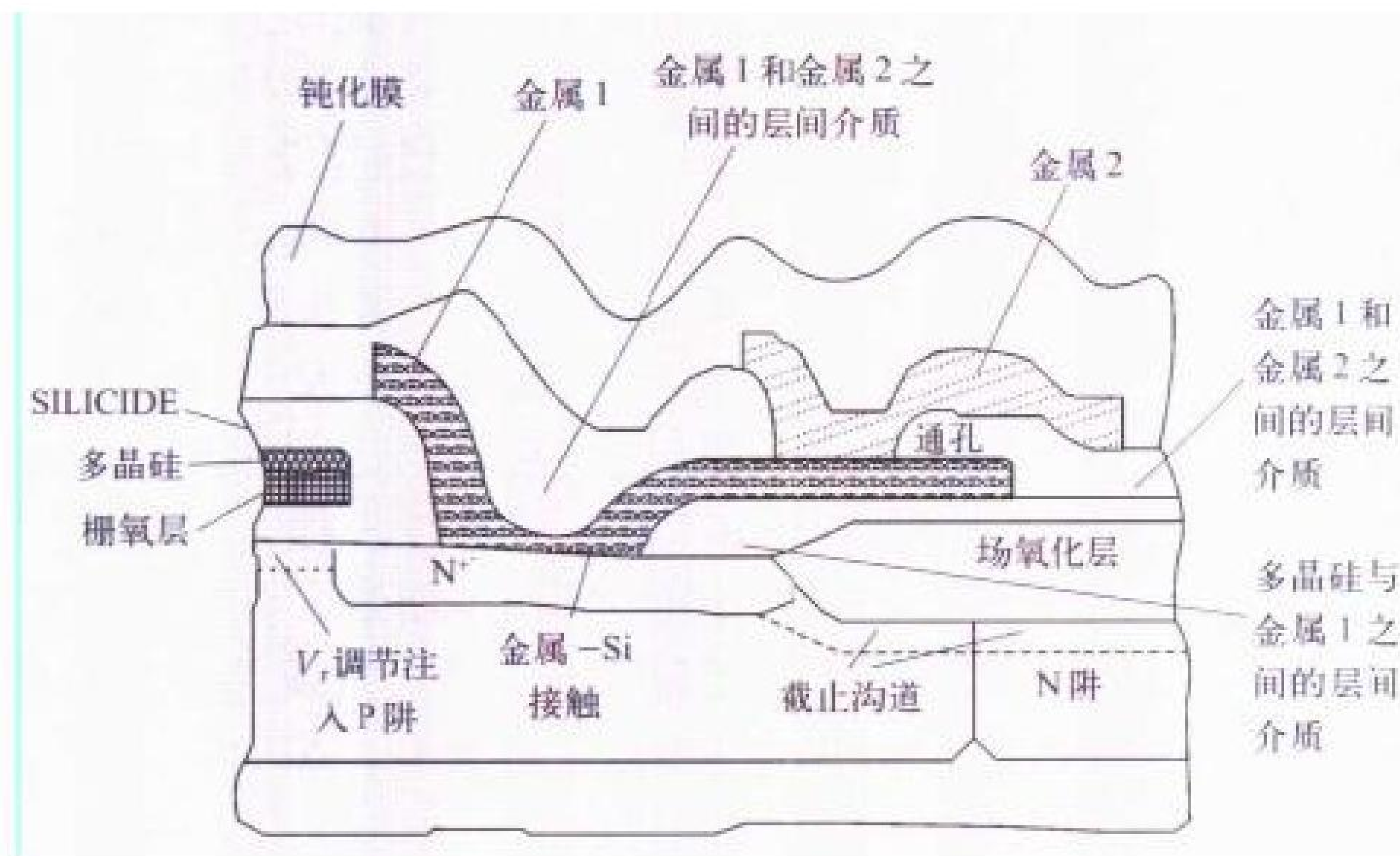



图 2 MOS 双层金属布线工艺结构剖面

（撰写：黄念宁 审订：陈效建）

duochuanganqi shuju ronghe

**多传感器数据融合** multisensor data fusion 对来自多源的信息和数据进行检测、关联、估计和综合等多级多面处理，以获得准确的目标状态与属性估计和完整、及时的态势与威胁估计。数据融合概念是美军 1973 年提出的，当时在美国国防部资助下进行声呐信号理解信息系统研究，对多个独立连续声呐信号进行融合，以检测出某一海域中的敌方潜艇。数据融合从军事应用上分为四级：目标空间状态和属性融合估计、战场态势估计、威胁估计、融合系统性能评估等。一级融合是逐一获得战场上各单一目标的信息，可以在像素层、特征层或判定层实现融合，一般依具体传感器系统配置和性能确定融合层次。二级融合即态势估计，是对整个战场上敌我状态及战场形势有利/不利程度的估计，一般给出的是定性分析结果。三级融合即威胁估计，是对敌方能力和意图进行分析，给出对我方威胁程度的定量结果。四级融合是对融合系统的性能进行评估，是针对已建成应用的数据融合（DF）系统对提高情报处理技术性能和军事效能的分析

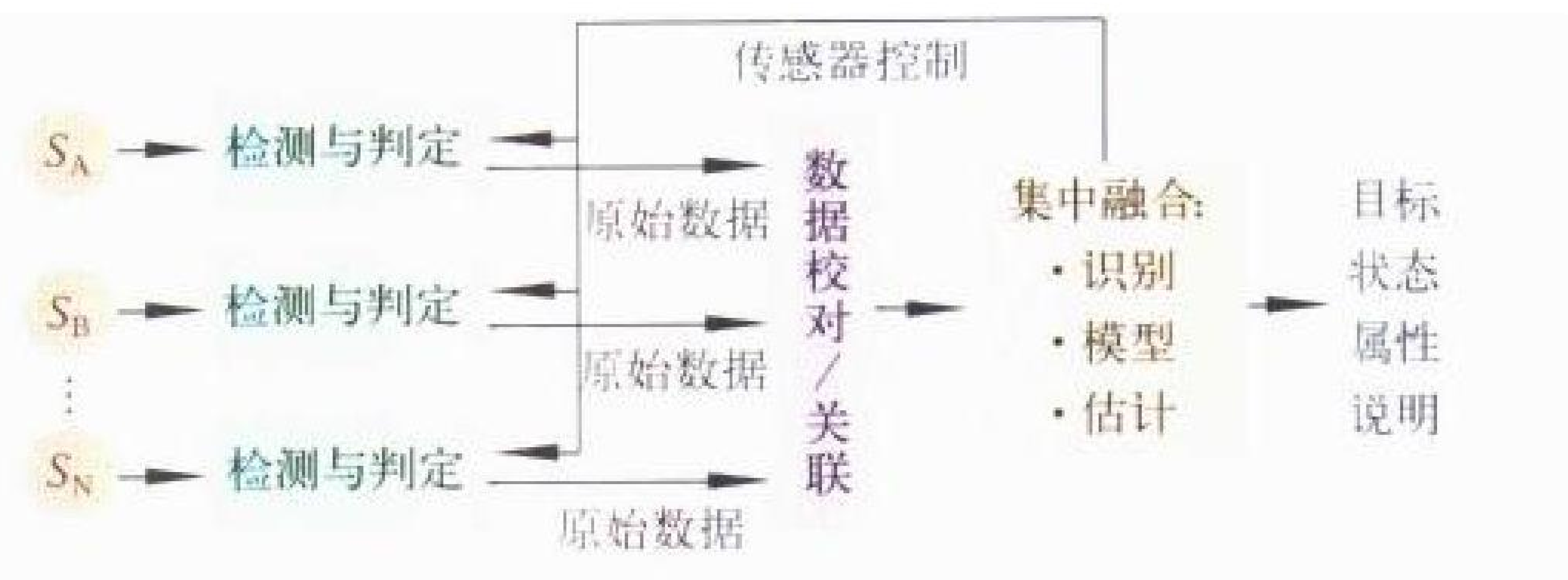



图 1 基于原始数据的集中式结构图

与评价。多传感器数据融合系统的结构有集中式、自主式和混合式三类。其中集中式结构又分为基于原始测量数据和基于特征向量两种。图 1 和图 2 给出了两种典型结构。集中式结构不损失测量信息，但通信传输和集中处理负载大，当多传感器属同等传感器时，才可能采用这类结构。自主式结构损失部分测量信息，当多传感器属非同等或互补类型时，必须采用这种结构。当前 $C^3I$ 系统中采用较多的是自主式结构

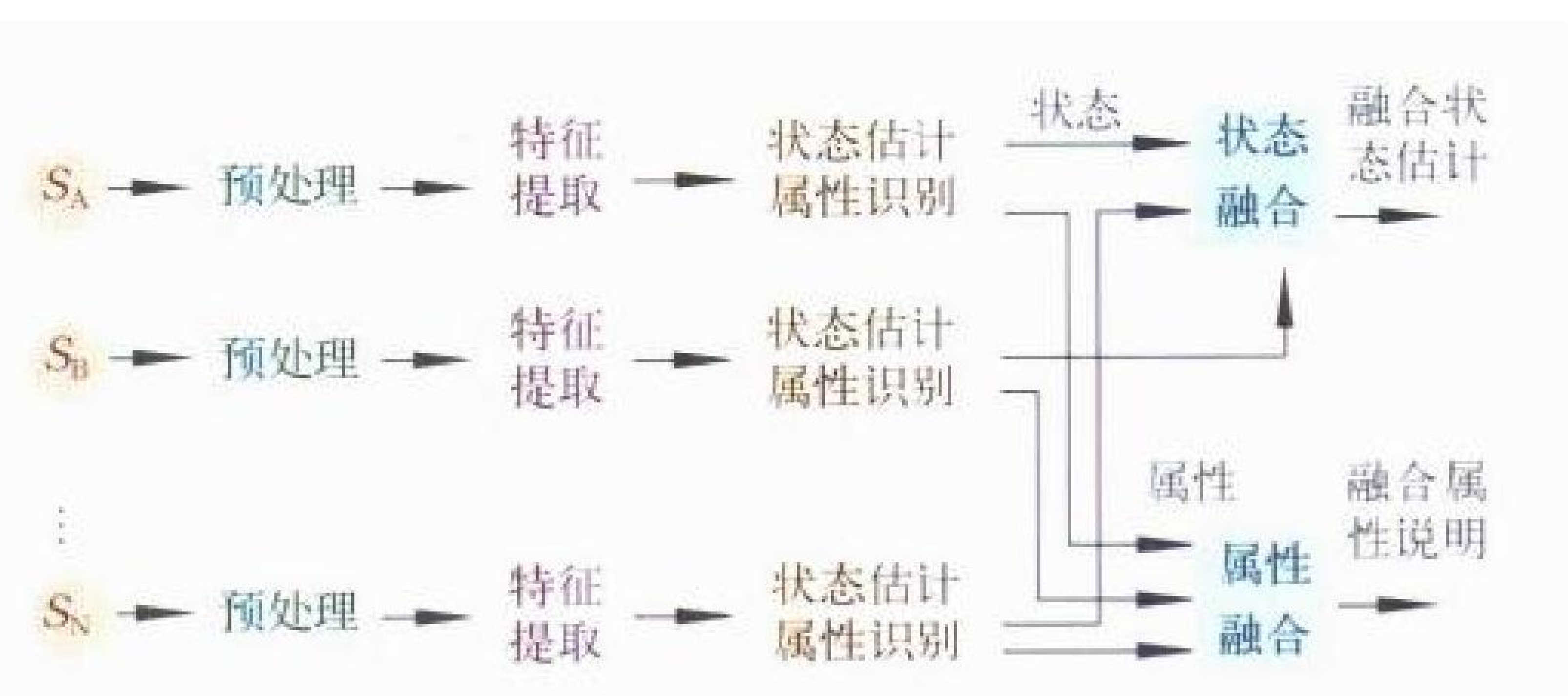



图 2 自主式融合结构图

和基于特征向量的集中式结构。目标空间状态融合方法包括各种参数关联和估计方法，目标属性融合方法包括物理模型、基于认识的模型和基于特征的推理方法等，辅助支持算法包括数值算法库、数据库管理、人机界面、数据时间/空间校对、环境处理技术、数据传输与传感器管理技术等。态势估计和威胁估计的实现技术以基于知识的方法为主，包括定性分析的符号处理技术和基于不确定性变换推理的数值处理技术两类。在工程实现中，二、三级融合往往以专家系统和模糊模板的形式出现。数据融合技术在 20 世纪 70 年代集中于有效综合数据和改进传感器；80 年代则研制出第一代系统，应用于从战略到战术 $C^3I$ 之中；90 年代开始研究第二代数据融合系统，以设计混合传感器系统为目标。数据融合技术目前和今后研究内容如下：⑴ 理论基础。不确定性推理、计划发展理论、条件事件代数、神经与生物系统。⑵ 算法与模型。软判定传感器系统、自动传感器管理、低可观测/隐身目标/干扰目标探测、资源分配、多光谱/多模式传感器、分布式融合、传感器参数自动控制、多介质传感器跟踪与识别。⑶ 辅助算法。数据融合专家系统知识、时间/空间数据库、多传感器数据优选、计划预测、自动态势与威胁估计。

（撰写：赵宗贵 审订：耿春仁）

duogongneng chuanganqi

**多功能传感器** multifunction transducer 能感受两个或两

个以上被测量，并能将其转换成可用输出信号的传感器。传感器中敏感元件的工作原理随被测参数的类型而定。同时在结构上要能兼顾两种或多种被测参数的要求，传感器内部的敏感元件按组合方式分为单元式和组合式、集成在一块芯片上的阵列式。输出方式有多种，可单通道输出，也可并行多通道输出；可模拟输出，也可数字式输出。

多功能传感器主要用于对多个参数的测量，或被测主参数的周围环境同时受到其他参数影响，为了获得具有较高精度的测量结果，需要对其他参数进行监测，以此补偿对主参数造成的影响，从而实现提高测量精度的目的。在制造和使用中，不宜功能过多，避免被测参数相互影响，使测得的结果精度降低。在使用中对传感器的主要指标的选择与确定应注重对被测主参数的选择，兼顾其他被测参数的要求。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

duogongneng gongzuo xiaozu

**多功能工作小组**　multifunction workgroup　为实现客户或公司总体利益而由所需的专业人员组成、独立完成任务的一种小组级机构。它得到公司充分授权，超越了部门界限，为公司总体利益而担负自己的责任。小组工作时把完成任务所需的单个环节整合成一个程序，然后在信息技术的支援下并行地、面对面地推进。这种小组有两类：一类是流动小组，它是为某项短期开发或解决某个问题而组建的，该任务一旦完成，小组即自行解散；另一类是工作小组，任务是稳定的，如芯片开发，但人员是流动的。这种20世纪90年代起源于美国的企业运行的新体制，与日本旧的企业体制下的以TQC等为目标的团队有本质的不同。它是基于企业信息化技术进步后的新发展，有着深远的影响。

（撰写：周志春　审订：李怀霞　张为民）

duogongneng leida

**多功能雷达**　multifunction radar (MFR)　一种在单一频段上采用同一个天线能同时完成搜索、跟踪和其他功能的雷达。当这种雷达应用于地空导弹(SAM)系统时，是采用相控阵天线来实现的(参见多功能阵列雷达)。它不仅能够对目标进行搜索和跟踪，还能够实现对导弹的制导功能。这种雷达应用于机载方面时，通常是采用机械扫描天线，其典型功能包括对空中目标搜索、跟踪，对地面和海面目标可采用实波束和合成孔径两种形式进行地图测绘、地形跟随、地形回避及武器投放控制。在最新的机载应用中，这种雷达也采用相控阵天线实现，如美国F-22飞机中的火控雷达。多功能雷达的优点是体积小、重量轻(特别是在机载应用方面)，工作模式能根据需求的变化实时自适应转换，避免从探测模式到跟踪模式变换的差错。其代价是需要选择一个单一的折衷频段，要在有限的时间内对多种工作模式和目标更新进行安排，对所要求的不同信号波形进行产生、传输和处理。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

duogongneng shuzihua zhongduan

**多功能数字化终端**　multifunction digital terminal　充分利用现代数字计算技术，在一个通用硬件平台上通过软件设计实现各种功能的终端设备，也可称为智能终端(intelligent terminal)，或灵巧终端(smart terminal)。这里所指多功能没有明确定义，它随社会需求变化而变化，通常由厂商设定。终端的功能种类繁多，从信息媒体上区分有话音、图像和数据；从处理方式上区分有放大、变换、滤除和压缩；从接口上区分有电路交换网、分组交换网和各种无线移动网；从通信协议上区分有应用、表示、会晤、传送、网络、链路及物理等7个层次；从管理和控制上区分有点对点、一点对多点，以及多点对多点；从军事特殊要求上有加密、认证、抗毁及自毁等。终端通常应具备多功能，既包括信源处理，又包括网络接口及信令，但是不灵活，不能适应用户和市场不断变化的需求。多功能终端可以适应多种信息媒体、多种处理方式、多种网络接口、多种各层协议、多种管理和控制方式，以及多种特殊功能。多的含义可以指同时实现(如多媒体终端)，也可以不同时实现(如网络接口)。实现多功能的技术基础是终端数字化和软件化。多功能数字化终端是终端技术发展的方向，也是信息化社会发展的必然结果。

（撰写：邱杰　审订：李振邦）

duogongneng xinxi fenfa xitong

**多功能信息分发系统**　multifunction information distribution system (MIDS)　新近研制成功的联合战术信息分发系统(JTIDS)用户设备的名称。美国自1974年正式开始研制JTIDS，首先研制了1类端机，在80年代装备了美国和北大西洋公约组织的54架E-3A预警机和许多地面防空指挥所。1类端机发射功率1000 W，数据速率57.6 kb/s，使用临时消息格式。到1989年，连同备件一共生产了334部。80年代研制的2类端机，把数据速率提高到了238 kb/s，使用Link 16的协议与格式，同时为装备战斗机，而将发射功率降为200 W，以减小体积。为了取代预警机和其他地方的1类端机以及满足陆军的需要，在2类端机的基础上研制了2H类和2M类端机。2H类端机主要是将发射功率提高到1000 W，而2M类端机则取消了2类端机中的话音及塔康功能，因此体积比2类端机小。总的说来，2类端机(包括2H)在海军中的应用得到了较大推广，E-2C、F-14、航母、巡洋舰和驱逐舰都装备了2类端机，到1999年，一共生产了500多部，但是2类端机要装备战斗机仍然显得体积太大。90年代北大西洋公约组织的5个国家，美、法、德、意和西班牙联合研制了MIDS，它的性能和2类端机完全一样，采用了新的电子技术，按北大西洋公约组织的标准研制，其体积、重量、功耗、价格都比2类端机有明显下降，这就为用MIDS装备各式战机创造了条件。（撰写：邱致和　审订：丁群）

duogongneng zhenlie leida

**多功能阵列雷达**　multifunction array radar (MFAR)　又称多功能相控阵雷达。一种采用相控阵技术的多功能雷达，即在单个波段采用同一阵列完成搜索、跟踪和导弹制导功能的



AN/MPQ-53 爱国者多功能阵列雷达(美)

电子扫描雷达。在 MFAR 中，多任务的调度主要依靠相控阵天线波束的快捷性以及脉冲驻留数和波形的灵活性。如多脉冲驻留可提供 MTI 性能用以检测杂波区的重点目标；在强有源干扰方向，可采用高能量"烧穿"驻留。随要求和环境变化进行自适应调度的基础是 MFAR 的时间和信号功率资源。多功能阵列雷达可以采用单波束阵列，也可采用多波束阵列；可以采用有源相控阵天线，也可以采用无源相控阵天线。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

duogongneng zixitong MMIC

**多功能子系统 MMIC**　multifunction subsystem MMIC　利用微波半导体集成电路技术，在单个芯片上集成多个微波功能电路并构成单片子系统的微波集成电路。当集成的电路功能达到一定规模，该芯片可独立承担微波前端的收、发、变频、控制及信号处理大部或全部功能时称为单芯片微波子系统。在多功能 MMIC 和单芯片子系统上常设计有数字接口电路以便于应用。多功能 MMIC 的典型例子为变频器，内含前置放大器、混频器、本振、缓冲放大器和中频放大器。典型的单芯片子系统如单片收/发组件、片上集成有功放、低噪声放大器、数字移相器、开关及电调衰减器等。此外有的系统级集成电路，单芯片上集成了微波系统所设定的各种功能和辅助电路，如单片多普勒雷达。随着 MMIC 的发展，多功能子系统更趋向于高性能化。（撰写：沈　亚　审订：林金庭）

duojidi leida

**多基地雷达**　multistatic radar　由至少一个发射站（或接收/发射站）和两个或两个以上分置的接收站所组成，对公共覆盖区内所获得的同一目标信息进行合成处理的雷达系统。它实际上是由若干个双基地雷达或若干个单基地雷达加上若干个双基地雷达接收站所组成的雷达网，其有别于单基地雷达情报网。它相关地综合公共覆盖区内的目标信息，可以改善目标数据的质量，如可以增大探测距离、提高角度测量精度、探测目标三维坐标和速度等，但这些均是以增加系统的复杂性和成本为代价的。它具有双基地雷达和单基地雷达网的共同优点，综合性能优于单基地雷达网。

（撰写：王　炎　审订：吴曼青）

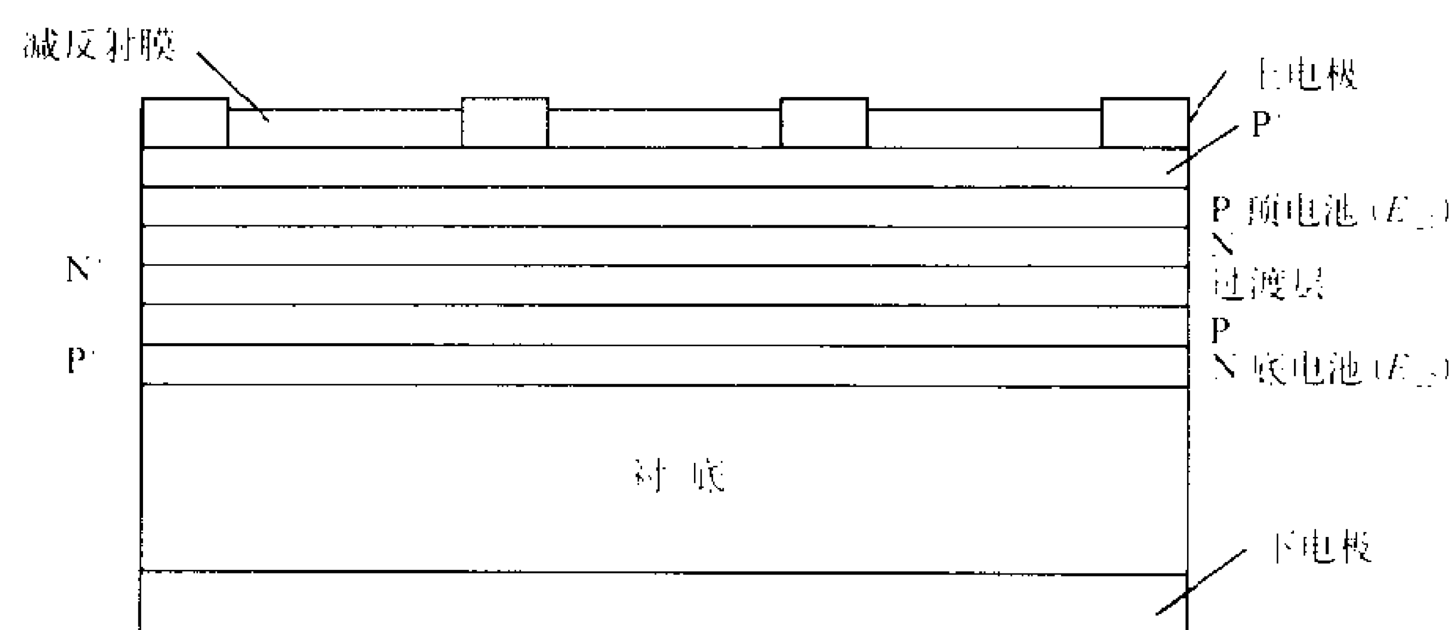
duoji anquan tizhi

**多级安全体制**　multilevel secure system　根据实际安全需求及不同信息密级制定相应安全策略，并用密码及访问控制技术等具体实施的体制。系统中的信息资源被划分为若干不同的密级，如绝密、机密、秘密、非密等。这样，系统中不同密级的信息只能按照一定的安全策略在与之相应密级的用户之间流通。例如，高密级信息流不允许流向低密级区，也不允许低密级用户越权访问高密级用户的信息资源，但高密级用户可以访问低密级用户的信息资源，以达到"知其所需"的控制目的。采用多级安全体制的信息系统称为多级安全系统，多级安全系统的设计原则是：(1) 制定统一协调的多级安全策略；(2) 多级安全机制不应影响系统的性能；(3) 对子系统的安全措施互不产生冲突；(4) 可利用子系统的安全服务和安全机制；(5) 便于实现；(6) 操作使用方便、成本低。

（撰写：穆良知　审订：黄月江）

duojie taiyang dianchi

**多结太阳电池**　multijunction solar cell　由两个或两个以上 P-N 结形成的太阳电池。任何一种半导体材料都具有特定的禁带宽度 $E_g$，用它制成的太阳电池，仅能将太阳光谱中能量大于和等于禁带宽度的光子转换成电能，因而对太阳能全部波长的利用是很不充分的。将不同禁带宽度半导体材料级连

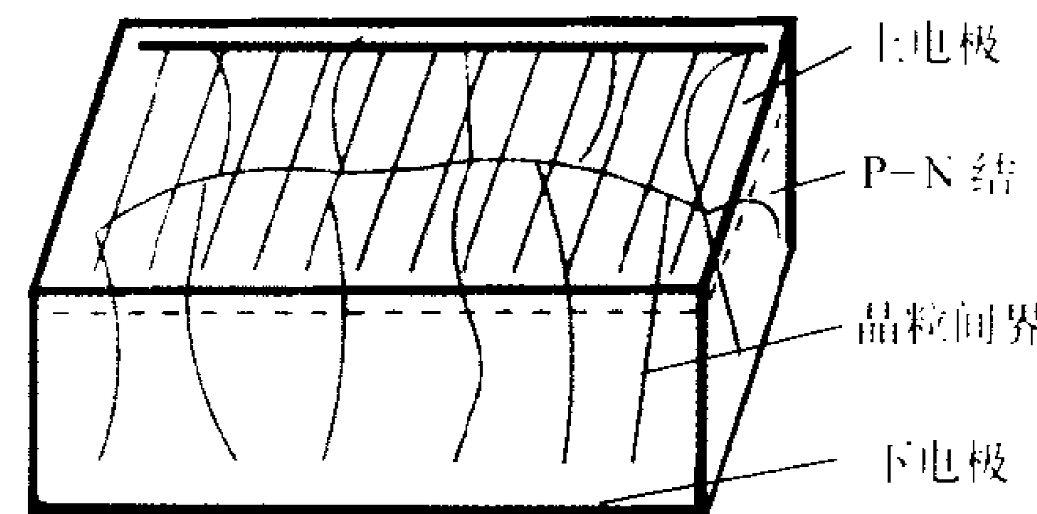



双结太阳电池结构示意图

在一起，顶电池禁带宽度最大，底电池禁带宽度最小，二者之间的过渡电池禁带宽度从顶到底依次递减，各级电池分别将不同波段的太阳光能量转换成电能。这样，就可以更有效地利用太阳能，使电池的开路电压和光电转换效率得到较大提高。如图所示为双结太阳电池结构示意图。目前双结砷化镓太阳电池已经投入空间实用，三结、四结砷化镓太阳电池仍处于研制中。　（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

duojinggui taiyang dianchi

**多晶硅太阳电池**　polycrystalline silicon solar cell　用多晶硅基体材料制成的太阳电池。多晶硅太阳电池的制造方法几乎与单晶硅太阳电池相同，但工艺细节略有差异。具有柱形晶粒结构的多晶硅太阳电池示意图如图所示。多晶硅太阳电池短路电流较低，通常比单晶硅太阳电池低 30% 左右。原因主要是少数载流子在晶粒间界面复合和杂质复合所造成的。多晶硅太阳电池性能的好坏取决于材料质量、制造工艺和基体中有害杂质含量及分布方式。多晶硅太阳电池由于基体材料较为廉价，因而制成的太阳电池较单晶硅太阳电池具有一定的价格优势。因此，尽管光电转换效率稍低，但在地面光伏系统的应用中仍有一定市场。




多晶硅太阳电池示意图

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

duokonggui faguang cailiao

**多孔硅发光材料**　porous silicon light-emitting materials　具有类似于珊瑚状多孔结构、孔径在纳米尺寸量级、室温下可发射较强可见光的硅材料。它通常由硅单晶片经电化学腐蚀后形成，其晶粒呈有序状，晶向与原硅单晶衬底一致。具体制备方法为阳极氧化法，即在 HF 酸溶液中，以硅片作阳极，Pt 作阴极，通以一定电流，即可在硅片表面腐蚀出多孔硅薄膜。对其发光机理一般认为是多孔硅中纳米尺寸硅柱的量子限制效应，在受量子限制的系统内，电子—空穴直接跃迁的机率增大，使发光强度大幅增强。该材料可发射红、橙、黄、绿光。已有人将部分氧化的多孔硅制成发光器件并与微电子器件集成于一体，实现光电子集成。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

duolu fuyong

**多路复用** multiplex 为了提高通信信道或链路的利用率，将来自多条独立的分支通路的信息流合并成一条信息流动，通过一条逻辑或物理电路进行传送的技术。多路复用技术可分为：频分复用方式、时分复用方式、统计复用方式和波分复用方式。频分复用是针对早期的模拟信道采取的复用技术；时分复用主要用于数字时分信道；波分复用技术用于光纤信道；统计复用方式采用分组方式复用，具有复用效率高的优点，这种复用方式代表目前的技术发展方向。

（撰写：王俊芳 审订：李振邦）

duolu fuyongqi

**多路复用器** multiplexer (MUX) 把来自多条输入信道的数据汇集到一条传输信道的电路装置。在传输信道的接收端相应地存在逆过程装置，即多路分用器 (DEMUX)。为实现双向双工通信两者配对安装使用。MUX / DEMUX 又被称作数据选择器和数据分配器，广泛用于计算机通信、光纤通信及电子战等领域。现代通信系统大多采用时分复用体制 (TDM)，而频分复用体制 (FDM) 仅当信道带宽大于所要传输信号总带宽时才是可行的，例如电视信号广播。经过 MUX 可将编码数字信号汇集成群路信号，低速群路信号经再次、多次复接可汇成更高阶次的群路信号，直至适应信道的传输能力。MUX/DEMUX 与整机的要求密切相关，因而公开销售的产品较少，多为厂方定制的。MUX 内含时隙分配电路、编解码电路、合路器、缓存器及码速调整器等电路单元；DEMUX 内含时隙分配器、同步检测与保护电路、编解码器、分路器、缓存器及去码速调整器等功能单元。低次群 MUX/DEMUX 采用 Si CMOS 工艺制作。当代 2.5 Gb/s、10 Gb/s 和未来 40 Gb/s 的高速光纤通信系统，以及属于电子对抗措施的数字射频存储器 (DRFM) 等迫切需求超高速的或高次群的 MUX/DEMUX。满足这种需求的仅为 GaAs 或 InP 基的超高速集成电路 (VHSIC)。当前研制水平已达 100 Gb/s 的传输速率。 （撰写：李涵秋 审订：林金庭）

duolu tongxin

**多路通信** multichannel communication 在发端首先将各路话音信号按一定规律合成一个多路话音信号，再用一对电话线或其他传输方式（如同轴电缆等）进行通信的方式。在收端再根据发端各路话音信号合成的规律，将各路话音信号分开，这样就构成了多路电话通信。这种在发端直接将各路电话信号合成为多路信号的方法，是让各路电话信号占用不同的频带，而在收端再用滤波器使之分开。由于是用各路信号占用不同的频带来分开各路信号的，所以称之为频分多路通信。又由于所传输的信号是模拟信号，所以也称之为模拟多路通信。另一种多路通信方式称之为时分多路通信。这种多路通信在发端首先将各路模拟信号变为数字信号，这一过程称之为模数变换，然后使各路数字信号占用不同的时隙合成一路数字信号，再进行传输。在收端根据各路数字信号占用的时隙，将各路数字信号分开，然后再将各路数字信号变为原来的模拟信号。这种多路通信方式也称为数字式多路通信。目前绝大多数多路通信系统是数字式多路通信系统。主要传输方式是光纤传输、微波传输和卫星传输。

（撰写：张大奎 审订：李振邦）

duolu zhuanhuanqi

**多路转换器** multiplex swich 又称多路开关、数据选择器。它可在外部地址（选择控制）信号作用下，从多个数据通道的输入中选择其中某一个通道的数据为输出，或允许并行数据输入到串行输出。多路转换器集成电路通常由地址译码器和多路开关组成，主要用于多路数字信号的选择和传输。

（撰写：贾松良 修订：景佩苏 审订：金毓铨）

duomeiti jisuanji

**多媒体计算机** multimedia computer 能对文本、图形、图像、动画、声音、视频图像等多种媒体进行输入输出、存储、处理的一类计算机。多媒体计算机集图、文、声于一体，人们不再主要用字符，而是用声音和图像同计算机打交道了。为了能够得到令人满意的图像、视频画面质量和听觉效果，具有对上述多种媒体进行输入输出、存储、处理的能力，多媒体计算机必须要在通用计算机的基础上增加相关的软硬件支持，其中硬件有：⑴ 足够快的中央处理机和足够大的主存；⑵ 高分辨率的显示器；⑶ 声卡；⑷ 视频采集卡；⑸ 视频解压卡；⑹ 光盘及光盘驱动器，用作大容量外存；⑺ 触摸屏，用于人机交互。软件有：⑴ 操作系统（包括多媒体设备的驱动程序和视/音频、压缩/解压缩软件）；⑵ 多媒体数据库；⑶ 多媒体创作工具；⑷ 多媒体应用软件。多媒体计算机在教育（包括远程教育）、医疗诊断（包括远程诊断）、电视会议、虚拟现实、电子图书馆/博物馆、电子商场、娱乐电视等方面有广泛的用途，它与人们生活和工作的关系将会越来越密切。 （撰写：张学孝 审订：张金荣）

duomeiti jisuan jishu

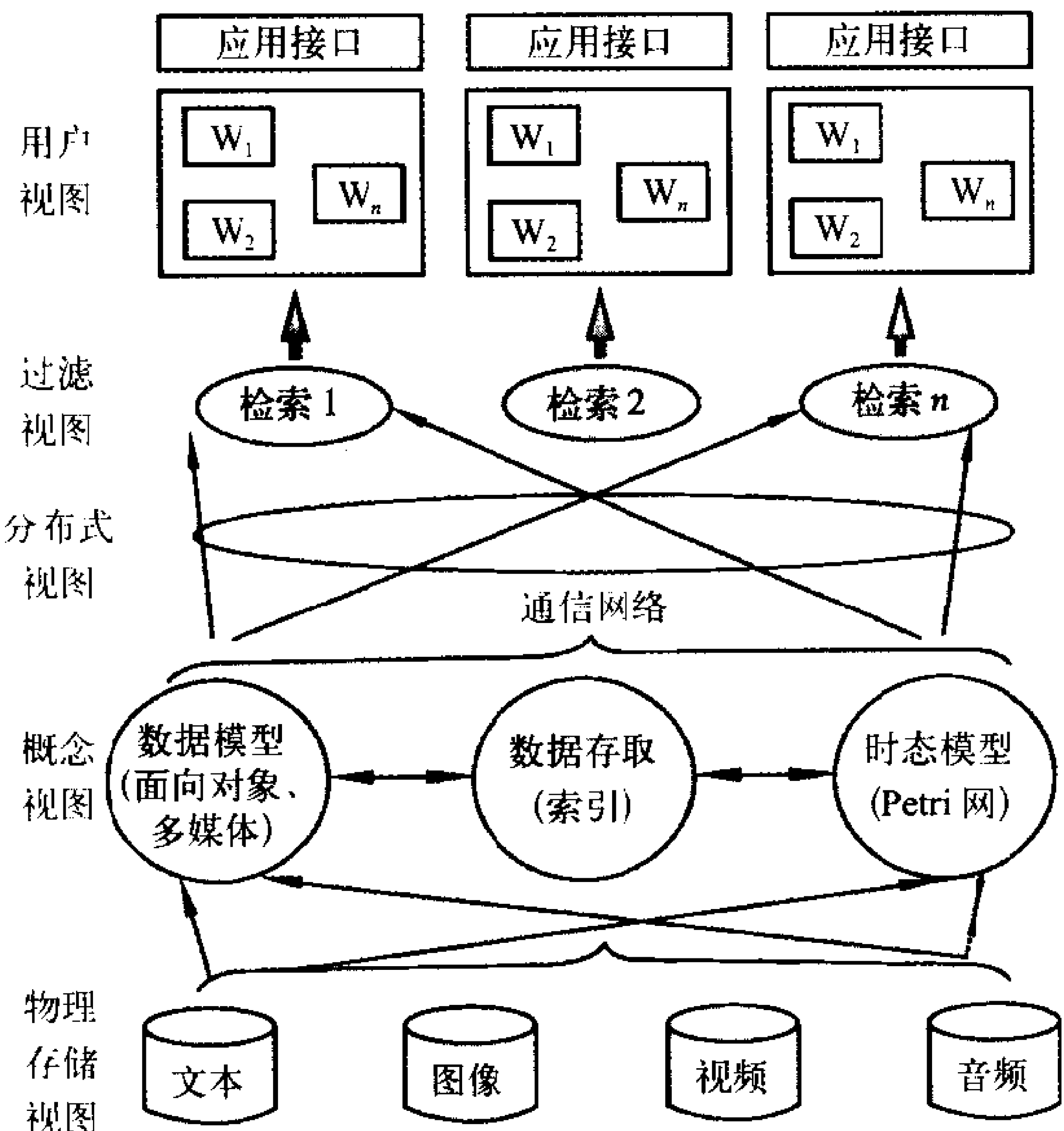
**多媒体计算技术** multimedia computing technology 使用计算机综合处理文本、图形、图像、声音、动画、视频图像等多种不同类型媒体信息的技术。多媒体计算技术改变了计算机主要以数值计算或以字符形式与使用者交流的状况，使计算机能以人类自然的方式（如视、听）提供信息服务。多媒体计算技术的特点是：运行的实时性、并发性及人机交互的灵活性等。研究多媒体计算的关键技术包括：⑴ 数字音频和视频压缩技术，主要解决音频和视频信息的数字化及压缩、解压等问题，以便对音频、视频信息做到实时或准实时处理；⑵ 多媒体软件平台技术，主要有多媒体操作系统、多媒体著作工具等；⑶ 多媒体通信技术，是指实现多种媒体信息传输和交换的技术；⑷ 多媒体数据库技术，是指研究支持多媒体数据具有的复合性、分散性、时序性等特点的技术。多媒体计算技术已进入目前使用的计算机、电视机、摄像机、电话机等领域，也使得计算机系统朝着人类接受和处理信息最自然的方式发展，极大地提高了人机界面的友善程度，其应用将渗入人类生活的各个方面。

（撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝）

duomeiti shujuku

**多媒体数据库** multimedia database 一种按数据库方式集成在计算机存储设备上的相互关联的正文、图形、图像、动画、音频、视频等多种媒体信息的集合。由于现实世界对象的复杂性，多媒体数据往往具有非格式化、结构复合、不含释义、海量散存和时序相关等特征，而且在多媒体数据的部分和整体之间、局部和全局之间覆盖着复杂的语义，因此，多媒体数据库的数据模型、数据结构、存储组织、检索技术等与传统数据库截然不同。多媒体数据库如图所示，其中，物理存储视图描述在文件系统中存储多媒体对象的方法；概

念数据视图描述由多媒体对象物理存储表示层生成的解释；分布式视图描述多媒体对象和用户的物理位置；过滤视图支持用户用不同的方法查询多媒体数据库；用户视图则是多媒体数据库应用与用户之间的接口。多媒体数据库系统支持对声、图、像、文信息的采集、整理、转换、传输、存储、播发和编辑。数据操作和信息编排的同步是系统正常运行的关键。由于各种媒体对象的不同特征，多媒体数据库的存储控




多媒体数据库视图

制和基于查询的存取模式十分复杂。一个理想的多媒体数据库系统，应特别具有：(1) 复杂信息建模和快速高效的数字化压缩/解压缩能力；(2) 对 BLOB 数据、结构化数据、文字等数据的同时存取能力；(3) 基于存在性检索、编排结构和特征检索、内容检索的多种手段；(4) 对输出的多媒体数据重新排演的功能；(5) 对原始数据分解存放和存取时重构的功能。目前，对多媒体数据库的研究尚未形成成熟的标准。人们往往以特定的应用为背景，通过扩充关系模型或采用面向对象数据模型来设计多媒体数据库系统。多媒体数据库将在远程教育、远程医学、数字图书馆、气象预报、战场指挥控制等领域得到广泛应用。（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

duomeiti tongxin

**多媒体通信** multimedia communication　同时利用多种信息媒体进行的通信。它具有三个关键的特性：(1) 多媒体通信的交互性，它是指为用户提供更加有效地控制和使用信息的手段；(2) 多媒体通信的集成性，它表现为多媒体信息媒体的集成和处理这些媒体的设备的集成；(3) 多媒体通信的同步性，各种感知媒体中，声音、动画和视频图像都是时基类媒体，与时间有很强的依从关系。

国际电信联盟的 F700 建议定义了六种多媒体通信业务，即多媒体会议型业务、多媒体会话型业务、多媒体分配型业务、多媒体检索型业务、多媒体消息型业务及多媒体采集型业务。通信网络是多媒体通信的传输环境，多媒体通信对信息的传输和交换都提出了新的更高的要求，因此网络的带宽、交换方式及通信协议都将直接影响多媒体通信的质量。多媒体通信要支持多种类型的业务，包括数据、文本、图形、静态图像、声音和视频（活动图像和电视）。应用中大多同时使用两种以上的媒体业务，往往数据量很大，要求存储空间大、传输频带宽；而不同的媒体业务，其传输速率差异可以很大。为此，人们在两个方面同时进行努力，一方面尽可能进行数据压缩，另一方面是提高网络（或信道）的传输能力，使网络能适应多媒体信息传输的要求。实际中，必然存在带宽和通信质量以及复杂度（经济性）之间折衷选取的问题，以期达到多媒体业务与网络的带宽容量相匹配。通信和电视相结合，产生了可视通信；通信和计算机相结合产生了计算机数据通信及现代电子信息服务；通信、计算机和电视三者的进一步融合，正产生以宽带通信网为支撑的多媒体通信——未来信息社会的通信方式。

（撰写：程　蝉　审订：李振邦）

duomeiti tongxin biaozhun

**多媒体通信标准** multimedia communication standard (H. 323)　国际电信联盟电信标准部 (ITU-T) 1997 年和 1998 年通过的（分别为 H. 323 V1 和 V2）基于分组的多媒体通信系统的一套标准。H.323 不仅描述终端，而且定义了网关 (gateway)、关守 (gatekeeper) 和多点控制单元 (MCU)。网关用于解决不同终端之间的互操作，从而解决了不同类型终端与 H. 323 系统的互通问题；关守可提供地址转换，通话许可控制，网络带宽控制等；MCU 支持三个以上端点的会议。H. 323 可用于多点会议，包括用 MCU 的集中型多点会议，用组播 (multicast) 实现的分散型多点会议以及集中和分散相结合的多点会议。H. 323 由 RTP/RTCP（实时传输协议/RTP 控制协议）处理视频和音频信息；RSVP（资源预留协议）虽然不是 H. 323 的正式组成部分，但大多数 H. 323 产品都必须支持它，因为带宽预留对 IP 网络上多媒体通信的成功至关重要。负责信令与控制的 H. 245 协议、实现媒体信息流的分组和同步的 H.225.0 协议，音频编码的 G 711、G722、G728、G729、MPEG-1 音频和 G723.1 协议，视频编码的 H 261 和 H. 263 协议以及支持数据会议的 T 120 协议组成了一套庞大的 H. 323 通信协议栈。（撰写：程　蝉　审订：李振邦）

duomeiti wangluo

**多媒体网络** multimedia network　能提供多媒体通信能力的传输与交换环境。由于多媒体通信的交互性、集成性和同步性，对多媒体网络的传输和交换提出了许多新的要求。首先它应能同时支持多种信息媒体，如数据、文本、图形、静态图像、声音和视频；其次它要提供足够大的传输带宽和存储空间，因为多媒体中的视频是需要数百倍声音带宽和容量；第三它还应提供多种媒体间的协调能力，如媒体间同步。国际电信联盟 ITU 和因特网工程组 IETF 均为实现多媒体网络做了大量努力，如以 ATM 为基础的 B-ISDN 及下一代因特网协议 IPV6 等。多媒体网络是未来网络发展的主要方向。（撰写：李振邦　审订：程　蝉）

duomeiti zhuzuo gongju

**多媒体著作工具** multimedia authoring tool　一种高级的多媒体应用开发平台。多媒体著作工具能统一编辑、管理多媒体数据，一般不需要高级语言编程就可以把这些数据连接成完整的多媒体应用程序。多媒体著作工具通常都提供图形界面或样板应用程序。著作工具的主要特点在于它简捷易用，一个没有编程经验的人使用著作工具也可以制作能显示图像、文本、动画的多媒体应用程序。多媒体著作工具作为一类特定用途的程序可分为三类：(1) 基于流程图的著作工

具。如 Authorwere 和 Icon Author，它是将程序的基本结构和多媒体信息的处理封装成一个个图符，用户将这些图符拖到工作区建立流程图，经过编译后就形成了应用程序。(2) 基于卡片的著作工具。如 Action!，它是按照超连接的结构设计的，超连接的结点由具有一定时空关系的多媒体数据构成，通常被看作卡片、页或场景。其界面就是卡片编辑器，用户可直接编辑卡片内的多媒体内容。(3) 基于语言的著作工具。如 ToolBook 中的 Open Script 语言，它是为多媒体对象的操作而设计的面向对象的操作语言。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

duomoshi jieshouji

**多模式接收机**　multimode receiver (MMR)　又称多模式着陆系统接收机。能为进近与着陆中的飞机提供精密引导信息的机载综合接收机。它有三种工作模式：ILS、MLS 以及 GNSS 模式，当其工作在仪表着陆系统 (ILS) 模式时，它接收来自 ILS 地面台的信号，经过变换和计算，为进近着陆飞机提供航向与下滑偏差数据，引导飞机降落在机场跑道上。当工作在微波着陆系统 (MLS) 模式时，接收 MLS 地面台发播的信号，输出方位与仰角偏差数据，引导飞机进近与着陆。在 GNSS (全球卫星导航系统) 工作模式时，MMR 按照差分 GNSS (DGNSS) 原理工作，为飞机提供精密进近与着陆的路径偏差数据。MMR是 20 世纪 90 年代中期出现的新型飞机着陆接收机，因其具有多重安全保障功能，能够引导飞机在设有任何一种地面台的机场完成精密进近与着陆，因而受到发达国家的重视。美国 Rockwell Collins 公司率先推出的 GLU−9XX/GNLU− 9XX 系列产品，1998 年开始在世界市场上出售。（撰写：孟绍禹　审订：邱致和）

duomubiao ganrao

**多目标干扰**　multitarget jamming　多目标干扰是利用一部干扰设备同时或快速交替地对多个给定目标实施的一种瞄准式或跟踪瞄准式干扰。多目标干扰在宏观上可以同时压制多个目标信号。多目标干扰有时分多目标干扰和频分多目标干扰两种。时分多目标干扰是指干扰机在时间上进行分割，对每个被干扰目标分配给等分的或不等分的干扰时间，干扰机按设置的时间针对不同目标快速变换干扰参数，实现多目标干扰。对每个被干扰目标来说，在其被干扰的时间段，得到干扰机的全部输出功率，而在一个干扰周期的其他时间段则不受干扰。频分多目标干扰是指干扰机根据被干扰目标的个数 $N$，将输出功率等分或不等分地分配在被干扰目标上，同时对 $N$ 个目标进行干扰，对每个被干扰目标而言，在一个干扰周期中，始终都受到干扰，但其收到的干扰功率近似于干扰机输出功率的 $1/N$ (对输出功率等分的情况)。对指定频段内的多个目标实施的宽带谱拦阻式干扰通常不属于多目标干扰的概念范畴。多目标干扰是充分发挥干扰机干扰效能的有效干扰技术之一。当然，在干扰机的功率一定时，随着同时干扰目标个数的增多，对每一个目标的干扰功率将降低，由于这个原因，多目标干扰的目标个数 $N$ 不可取得太大。多目标干扰时，根据被干扰目标的重要程度通常要设置不同的干扰优先等级。当干扰目标个数 $N$ 设定之后，多目标自动干扰可以保证始终选择最重要的 $N$ 个目标实施干扰。当实际存在的目标个数不足 $N$ 个时，干扰系统可以自适应地调整干扰目标数以保证干扰机性能的最佳发挥。

（撰写：牟绍方　审订：杨小牛）

duomubiao genzong leida

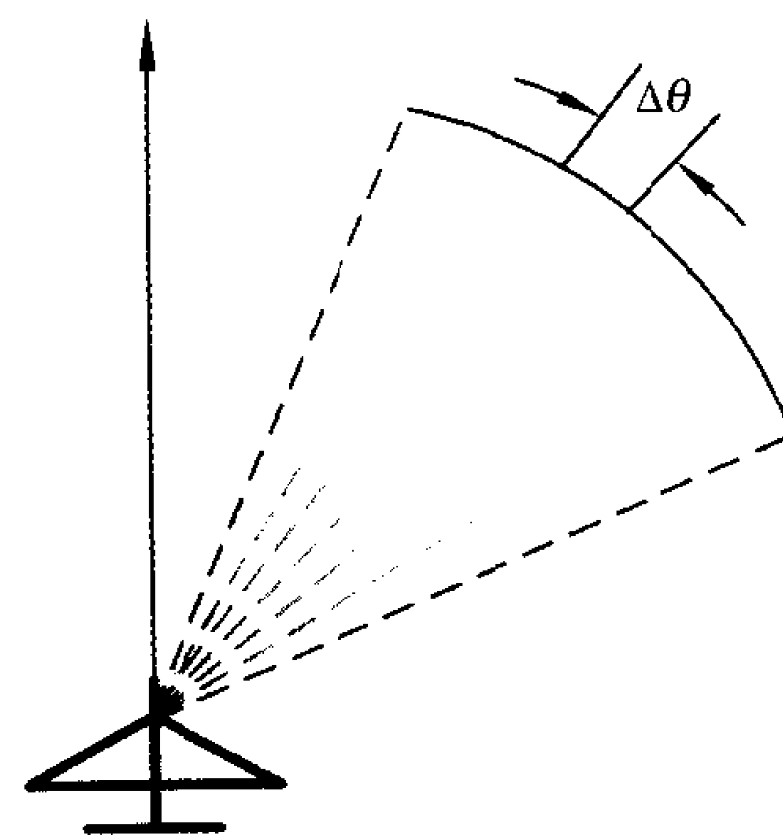
**多目标跟踪雷达**　multitarget tracking radar　能同时对多个目标进行跟踪的雷达，它是跟踪雷达的一种。通常的跟踪雷达采用抛物面天线或平板阵列产生一个窄的笔形波束，通过序列波瓣或单脉冲测角技术，由机电伺服系统来保持波束轴线对准目标 (参见跟踪雷达)。这种雷达通常只能跟踪单个目标。随着现代武器系统的发展，要求其能同时对多个目标进行精密跟踪，20 世纪 90 年代研制出了多目标跟踪雷达。该类雷达采用电扫相控阵天线产生的单脉冲测角波束，通过波束控制设备按照一定的采样率，分别向不同方向的目标发射信号并接收它们的回波，经采样数据跟踪回路，同时实施对多个目标的跟踪。这种多目标跟踪雷达方式与边扫描边跟踪雷达方式的根本不同点是前者的波束指向是通过跟踪回路控制的，而后者则不是。（撰写：王德纯　审订：张光义）

duomubiao wurenji cekong xitong

**多目标无人机测控系统**　TT&C system for multi UAV targets　一种能够对多架无人机实施测控的技术设施。该类系统一般又分为单站多目标测控系统和多站多目标测控系统。单站多目标测控系统是指一个地面控制站通过多波束天线同时对多架无人机进行跟踪测控和侦察信息传输；或者指一个地面控制站通过定向天线扫描方式分时对多架无人机进行跟踪测控。在只有测控信息且不需自主定位的应用条件下，地面控制站可采用全向天线通过时分或频分方式实现对多架无人机的测控。多站多目标测控系统，即由多个地面控制站同时完成对多架无人机的测控。每个地面控制站的地址码和工作频率都可编程设置，同一时刻只能对一架无人机进行跟踪及测控。（撰写：文运丰　审订：孙　鉴）

duopule boshu ruihua jishu

**多普勒波束锐化技术**　Doppler beam sharpening (DBS) technology　DBS 技术是把一个真实天线波束划分为若干个子波束，由于各子波束中心线同真实天线波束中心线之间的夹角 $\theta$ 不同，因此在同一距离上各子波束对应的区域相对于雷达的径向速度是不同的，这个速度差导致各子波束回波之间有多普勒频率差 $\Delta f_d$，设置一组适当的窄带滤波器，即可利用这个频率差 $\Delta f_d$ 区分开真实天线波束宽度内各子波束所对应的回波，从而有效地改善雷达的方位分辨率。DBS 是歼击机 PD 雷达的空对地工作的一种功能，主要用于瞄准敌方地面设施的空对地工作方式。DBS 雷达也可民用，例如商业导航和避撞等。波束锐化示意见图。



波束锐化示意图

（撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

duopule daohang

**多普勒导航**　Doppler navigation　用机载多普勒导航雷达测量飞行器相对地面的速度 (简称地速)，再结合航姿系统等测得飞机的航向，通过积分运算对飞机进行定位的系统，叫做多普勒导航系统 (DNS)。DNS 的雷达工作频率在 13.25～

13.4 GHz，天线波束3～4个。DNS系统还包含有导航计算机、提供航向信息的航向姿态基准系统(AHRS)、陀螺磁罗盘等。多普勒导航的主要优点是：(1)能进行完全自主的导航、不需要任何陆基或星基设备的支持；(2)能在全世界使用，没有覆盖区问题；(3)反应快速，使用方便、简单；(4)由于雷达波束很窄，且以很陡的角度指向地面，所以发射功率小且不易被探测和干扰，因而隐蔽性和抗干扰性好。但DNS存在如下的缺点：(1)需要外部的航向信息源；(2)由于DNS是一种推算导航系统(即由速度和航向推出位置)，所以定位精度随时间的增加而变差；(3)在平坦的沙漠、平静的水面及海面上空工作时，其性能和精度会恶化。

(撰写：谢洪华　审订：邱致和)

duopule fuzhu

**多普勒辅助**　Doppler-aiding　GPS接收机中的一种信号处理策略，即利用载波跟踪环测量GPS载频信号的多普勒频移来辅助码跟踪环平滑地跟踪GPS伪码信号，以获得更精确的位置测量值。多普勒频移是由于GPS卫星和用户接收机之间的相对运动而表现出来的接收信号的频率变化，GPS接收机利用这种频率变化可以测出其自身的运动速度。这种运动也会造成接收信号的码相位移动，为了跟踪码相位的移动，GPS接收机中的码跟踪环一般必须有一定的带宽，否则有可能造成码跟踪环的失锁。利用载波跟踪环所测量出的载频信号多普勒频移对码跟踪环进行辅助，使本地码自动移相，可减小码环的带宽。小的带宽可以减小码跟踪环的输入噪声，从而提高伪码测距的精度，获得更精确的位置测量值。

(撰写：丁　群　审订：邱致和)

duopule jiguang leida

**多普勒激光雷达**　Doppler lidar　利用多普勒效应进行测速的激光装置。当波源与观测者作相对运动时，观测者接收到的频率与波源发出的频率不同的现象，称为多普勒效应。这种多普勒频移($f_d$)与目标运动速度($v$)、波源的波长($\lambda$)的关系为

$$f_d = 2v\cos\theta/\lambda$$

式中 $\theta$为目标运动方向与波源射入方向间的夹角。激光的波长远远短于微波，所以它的多普勒频移大得多，可以用它快速测量很低的运动速度。激光多普勒雷达不仅可以测目标的运动速度而且还可以测量风速和大气湍流。

(撰写：王戎瑞　审订：梅遂生)

duopule leida

**多普勒雷达**　Doppler radar　利用多普勒效应测量目标径向速度的雷达。多普勒雷达有连续波和脉冲波(参见脉冲多普勒雷达)两种雷达体制，这里主要叙述连续波多普勒雷达。连续波多普勒雷达区分运动目标和固定目标的原理是：发射固定频率$f_0$的等幅连续波，电磁波碰到目标后会反射，如果是固定目标，反射信号的频率不变，如果是运动目标，反射信号的频率不再是$f_0$，而是$f_0 \pm f_d$。$f_d$称为多普勒频率，正负号取决于目标运动方向，接近运动为正，离去为负，其大小由下式计算

$$f_d = \frac{2v_r}{\lambda}$$

式中 $\lambda$为电磁波波长；$v_r$为目标径向速度，由下式表示

$$v_r = \frac{f_d\lambda}{2} = \frac{f_d}{2}\cdot\frac{c}{f_0}$$

式中 $c$为电磁波传播速度($3\times10^8$ m/s)。由上式可见，测出多普勒频率$f_d$，就可以得到目标运动的径向速度，也就可以区分运动目标和固定目标。其设备简单，缺点是不能测目标的距离。如要测目标的距离，需要对连续波进行频率调制或相位调制。连续波多普勒雷达最普通的几种应用是机载多普勒导航雷达、近程战场侦察雷达、武器的引信、多普勒气象雷达等。

(撰写：贲　德　审订：张直中)

D

duopu zonghe leida

**多谱综合雷达**　multi-spectrum synthetic radar　将多个频谱、有源和无源探测器综合在一起的雷达。其电磁频谱包括雷达波段、红外、可见光和紫外波段，可以有多种结合模式，如微波和毫米波段的双波段雷达、S、C、K、Ku四波段雷达，微波和红外、电视跟踪、激光测距相结合的雷达等。这种雷达的特点是：(1)综合天线，多个雷达波段共用一个天线，并和光电传感器配置在一个天线座上；(2)数据融合，多个信息源来的目标数据加以融合；(3)优化控制，根据战场环境选择使用频段。它的优越性是各个波段优势互补，提高了抗干扰、抗隐身、抗反辐射导弹和抗低空入侵的能力，并可以提高检测概率和精度，增强目标识别能力和可靠性。在火控雷达中采用两个波段、加装光电传感器，已得到广泛应用，但这只是多谱综合雷达的初级阶段，今后的发展是更合理地选用多个波段，并提高综合水平，更有效地发挥多个频谱资源的潜力，更好地解决数据融合问题，自适应地进行优化控制。

(撰写：张锡熊　审订：王松山)

duoxieyi biaoji jiaohuan

**多协议标记交换**　multi protocol label switching (MPLS)　基于标记的IP路由选择方法。它是由Ipsilon公司的IP交换(IP switching)和Cisco公司的标记交换(tag switching)等演变而来的IETF标准协议，是标记转发的典范。标记(label)表示路径和服务属性。在入口的边缘，流入的分组被处理并做上标记，位于核心的设备仅仅读这些标记，赋予适当的服务，然后根据标记转发这些分组。对这些分组的分析、分类和过滤只发生在进入边缘设备时。经过出口的边缘设备时，标记被移去，分组转发到最终目的地。采用多协议标记交换技术的网络对于IP分组的转发不像传统的转发方式，网络中的所有路由器都需要进行第三层路由表的查询，因此加快了分组转发速度。多协议标记交换可以使用各种第二层协议，包括帧中继(FR)、ATM和PPP链路等。

(撰写：虞红芳　审订：李振邦)

duoxinpian zujian

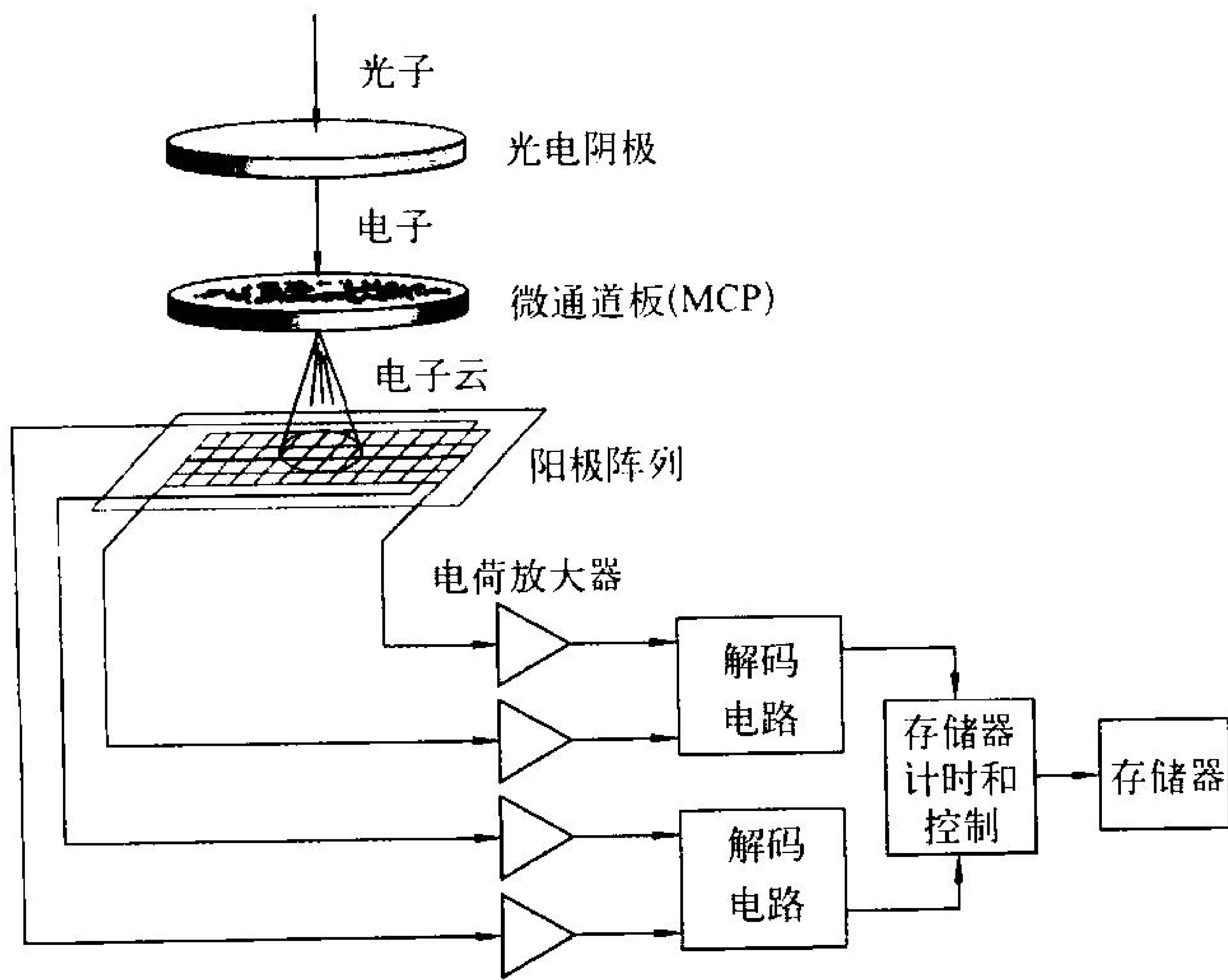
**多芯片组件**　multichips module (MCM)　又称多芯片模块。它是将多种不同功能的半导体集成电路芯片、元器件芯片组装在多层高密度互连衬底上，达到设计所需的子系统或系统功能并封装在一起的组件。如果IC为一次集成，则MCM为二次集成，其目的是为了进一步减小整机系统的体积和重量，降低成本，提高整机的性能。MCM可以将射频IC、模拟IC、数字IC和控制电路等组装在一起构成子系统或整机。以微波单片集成电路(MMIC)为主的MCM称为MMCM (microwave multi chips module)。根据MCM结构和工艺的不同分MCM−C，MCM−L和MCM−D。MCM−C为

低温共烧（初期多采用高温共烧）多层陶瓷结构，根据不同用途陶瓷衬片可以是氧化铝、氮化铝或氧化铍等。MCM-L 为多层介质结构，材料可选用聚乙烯类多层复合板或柔性多层板等。MCM-D 为在半导体或其他绝缘衬底上（半绝缘 GaAs、高阻硅等）用集成电路工艺制造多层布线结构。MCM-D 的体积最小、密度高、性能好，常用于国防电子系统中。三种 MCM 结构和制造工艺有相当大的差别，有时也采用混合结构，但其中的 IC 芯片大都采用倒装焊技术，以消除引线压焊工艺，因此对芯片设计和工艺有特殊要求。

（撰写：林金庭　审订：金毓铨）

duoyangji weitongdaoban zhenlie tanceqi

**多阳极微通道板阵列探测器** multianode microchannel array (MAMA) detector　用于光度计和光谱测量的光子计数阵列。它包括不透明的光电阴极、无反馈的微通道道板、近聚焦多阳极读出阵列和多层陶瓷顶盖（见图）。其特点是：空间分辨率高、阵列规模大、几何保真度高和光子测量动态范围大，因此可以满足现代空间天文学在紫外、远紫外和超紫外波长上具有高分辨率成像和光谱学等多种应用的需要。由于采用随机读出技术，可以极高的精度分辨光子的到达时间。MAMA 探测器可用于高时间分辨率的场合，例如在紫外和可见光波长上的粒子成像、天体测量和图像再现等。



成像 MAMA 探测器系统结构示意图

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

duoyuan hongwai tanceqi

**多元红外探测器** multielement infrared detector　在单元红外探测器基础上发展而来的具有一个以上光敏元的各类红外光子探测器和热探测器。多元探测器有双元、四元、十字叉、线列（包括单排、双排和双排交错线列）等形式，每个光敏元需配备一个前置放大器。在第一代红外热像仪中，采用多元红外探测器实施并行或串行扫描。与单元红外探测器的二维扫描相比，一维并行扫描可延长对景物像元的探测时间，提高帧频；串行扫描可实现探测信号的延时积分，提高探测灵敏度。长波红外碲镉汞多元光电导探测器（通常为 60、120 和 180 元）在第一代红外热像仪中得到了广泛应用，其中包括机载前视红外系统、坦克热瞄具、导弹告警系统和舰载火控系统。


图 1　100 元以上长波红外碲镉汞光电导探测器


图 2　40 元光伏锑化铟探测器

（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

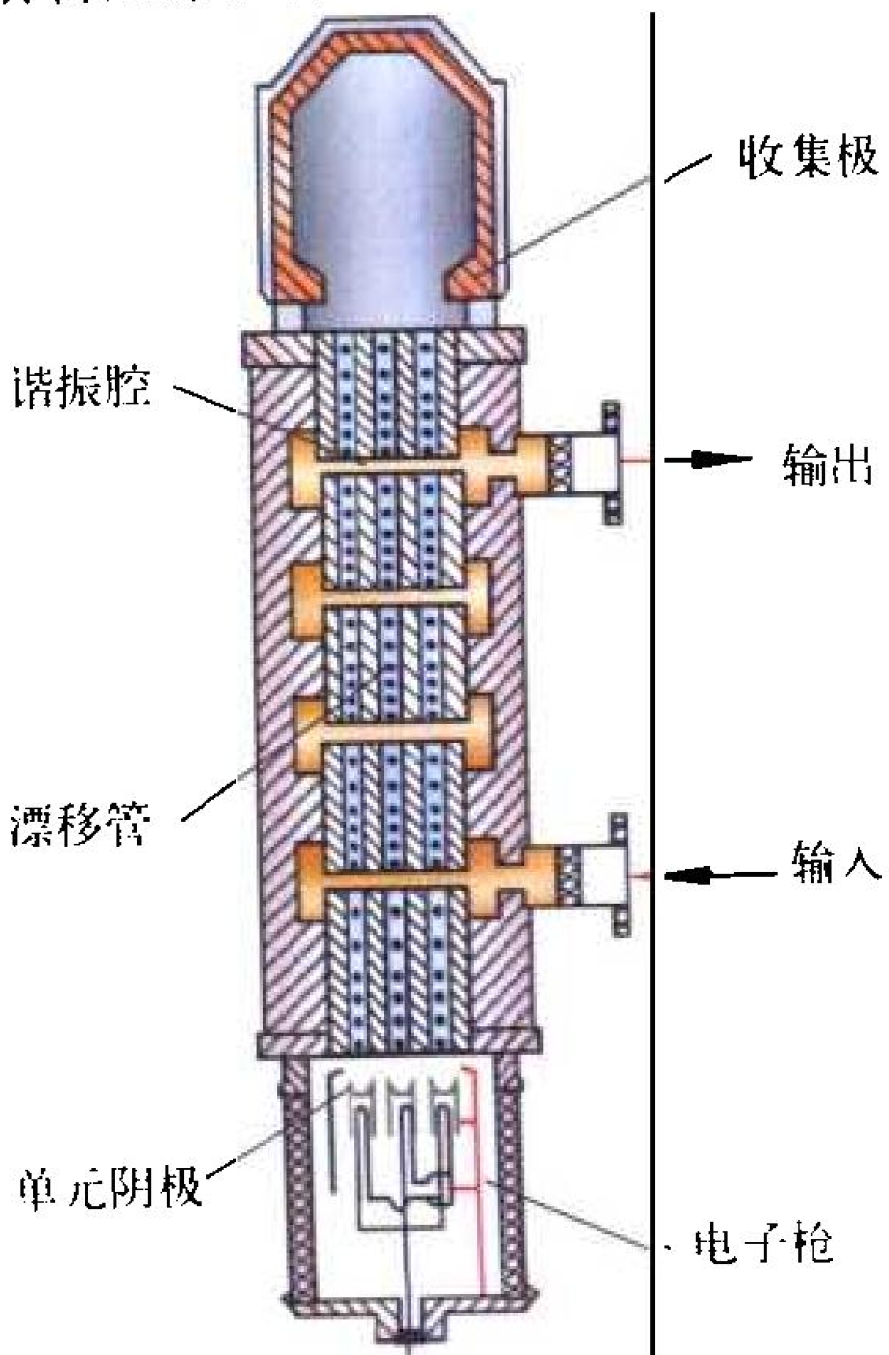
duozhi tongxin

**多址通信** multiaddress communication　多个通信台站共享一个传输媒介分别建立各自连接的通信方式。通常，通过频域、空域、时域或码空间等分割手段来实现，故又可细称之为频分多址、空分多址、时分多址和码分多址。多址通信是随卫星通信的兴起而提出的，现在已开始应用于无线移动通信中。多址通信的突出优点是传输媒介利用率高及组网灵活，不足之处是设备比较复杂。

（撰写：李振邦　审订：程　蝉）

duozhu sutiaoguan

**多注速调管** multibeam klystron　多腔速调管的一种。在一个速调管内由多个被各自的漂移管包围着的电子注构成的多电子注速调管。其结构包括电子枪、高频系统（谐振腔和漂移管）、高频输出系统以及收集极，但结构较复杂。电子枪的阴极由与电子注数目相同的单元阴极发射体组成；高频系统的谐振腔内包含有与电子注数目相同的作用间隙，如图所示为多注速调管结构示意。多注速调管的工作原理与多腔（单注）速调管一样。多注速调管



多注速调管结构示意图

的特点：(1) 在同样的输出功率电平下，比单注速调管的工作电压低；(2) 随着电子注数量的增加，频带宽度也增宽。它是改善速调管带宽的有效途径。多注速调管采用非周期反转永磁聚焦装置可使整管变轻。多注速调管阴极负荷重，是直接影响整管寿命的因素之一。多注速调管主要用在军用装备中，大功率管用在地面雷达中作末级功率发射管。中、小功率管多用于车载、坦克和飞行器等机动性系统中。

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）




E

EUROFIX xitong

**EUROFIX 系统** EUROFIX system 通过对罗兰 C 脉冲的附加调制建立远程数据通道，利用这些通道广播 DGPS/DGLONASS / DGNSS 校正数据和完好性信息的差分 GNSS 系统。EUROFIX 是荷兰代尔夫特大学从 1989 年开始研究的系统。由于所使用的附加三级调制是完全平衡的，对基本罗兰 C 定位精度没有大的影响。法国和瑞士所进行的试验已证实 EUROFIX 系统的覆盖半径将达到 1000 km。EUROFIX 系统用户可以获得优于 3m ( 95% ) 的 DGPS 精度。EUROFIX 系统具有以下优点：(1) 实现大区域的 DGNSS 服务；(2) 在 GPS 不可用时使用已校准罗兰 C 来改善可用性和连续性；(3) 提供外部 DGNSS 完好性信息。

（撰写：丁 群　审订：邱致和）

II VI zu huahewu bandaoti

**II－VI 族化合物半导体** II－VI compound semiconductor 由元素周期表中 II 族元素与 VI 族元素以原子比为 1 : 1 化合生成的半导体材料。常用的 II－VI 族化合物半导体有 CdS、ZnS、ZnSe、CdSe、CdTe、HgTe 等。这类半导体的特点是：$E_g$ 变化范围大、直接跃迁能带结构、离子键成分大等。在光敏、发光等器件中有广泛应用，如 CdS、CdSe 用于制作光敏电阻、ZnS 是发光、红外探测器材料、CdTe 用于制作电光调制器、红外探测器，又因它的晶格能与 $Hg_xCd_{1-x}Te$ 很好匹配，因而是 $Hg_xCd_{1-x}Te$ 外延生长极好的衬底材料。$Hg_xCd_{1-x}Te$ 是 CdTe 和 HgTe 的固溶体，禁带宽度 $E_g$ 是 $x$ 的函数，选择适当的 $x$ 值就可得到所需响应波长的探测器材料，范围可覆盖整个 1～14 μm 的红外光波段，是极重要的红外探测器材料。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

er ci leida

**二次雷达** secondary radar 有两种定义，一是指一种雷达技术或一种雷达工作方式。在这种技术或工作方式中，雷达回波信号来自于目标上的信标、转发机或应答机。与其相对的是一次雷达，一次雷达的回波信号则是来自于目标的反射。二次雷达有时又指一种按上述原理工作的雷达或雷达的一部分。空中交通控制系统用的二次监视雷达是二次雷达的一种。二次监视雷达在 1030 MHz 频率上对飞机上的转发机进行询问，并在 1090 MHz 频率上接收含有飞机各种数据的编码回答信号。在军用中，这种二次监视雷达常称为敌我识别器，使用合适的编码询问和编码响应以识别敌我飞机。二次监视雷达可以单独使用，也可以与一次雷达集成在一起使用。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

erjiguan bengpu guti jiguangqi

**二极管泵浦固体激光器** diode pumped solid-state laser (DPSSL、DPL) 采用半导体二极管激光器作泵浦源的固体激光器。由于二极管激光器的输出波长与固体激光介质的吸收特性能很好地匹配，大幅度地提高了泵浦效率，降低了冷却系统的负荷。二极管泵浦固体激光器的寿命和可靠性高，其典型寿命为连续波 10000 h，或准连续 $10^9$ 脉冲，是固体激光器的发展方向之一。二极管泵浦固体激光器具有丰富多样的泵浦耦合方式和腔结构：泵浦耦合方式有直接耦合、光纤耦合、微透镜光学系统耦合等。在二极管泵浦固体激光器中，有时激光介质本身还同时充当调制器件或非线性器件等其他功能元件，或者调制器件、非线性器件与激光介质紧贴在一起并完成腔的某个元件的功能。这样腔的结构简单、可靠、多功能，而且可输出高功率。DPSSL 将逐步取代灯泵固体激光器，广泛用于军事装备中。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

erjiguan bengpu jiguang jingti

**二极管泵浦激光晶体** LD pumped laser crystal 用作半导体激光二极管 (LD) 泵浦源的激光晶体。与传统的灯泵浦的激光晶体相比，适合 LD 泵浦的激光晶体的特点是激活离子周围具有单一的相同环境、较长的荧光寿命和较大的跃迁截面；激活离子吸收谱线与 LD 发射波长匹配且有较宽的泵浦吸收带；有大的热导系数，良好的热、光和机械性能。用 LD 泵浦可制成效率高、功率和频率稳定、激光束质量好、寿命长的全固体化激光器，经频率转换技术可发展成各种波长、各种模式、各种运转方式的激光器。这种激光器发展迅猛，是固体激光器的重要发展方向。

（撰写：张振亚　审订：桂尤喜）

erjiguan jingtiguan luoji dianlu

**二极管—晶体管逻辑电路** diode transistor logic circuit (DTL) 用二极管—晶体管组成的基本逻辑门电路。逻辑电路是信号只允许取“1”或“0”两个值或有限个值，而输出信号与输入信号之间又具有某种确定逻辑关系的电路。在一般的二值逻辑电路中，信号只有“1”和“0”两种状态，在电路中常用导通和截止、高电平和低电平来表示。输入信号和输出信号之间最基本的三种逻辑关系为“与”、“或”、“非”逻辑。在输入信号和输出信号之间执行这些逻辑运算的电路称为逻辑门，它是组成逻辑电路的最基本单元，与门、或门、非门 (反相器) 是最基本的逻辑门。它们三者和由它们组合而成的与非门、或非门、与或非门、异或门等是逻辑电路中的基本逻辑门。按照逻辑门中采用器件的不同，逻辑电路种类有二极管—晶体管逻辑电路 (DTL)、晶体管—晶体管逻辑电路 (TTL)、射极耦合逻辑电路 (ECL)、金属氧化物半导体逻辑电路以及其他结构逻辑电路 (如 BiCMOS 电路、集成注入逻辑电路) 等。由于二极管—晶体管逻辑电路的速度缓慢，其噪声容限也比 TTL 标准门大，因此二极管—晶体管逻辑电路已逐步被淘汰。

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

er zuobiao leida

**二坐标雷达** two dimensional (2D) radar 固定的天线波束

在方位平面上或仰角平面上以机械方式进行扫描来搜索目标和测量目标的距离、方位参数，或距离、高度参数的探测雷达。通常二坐标雷达指的是在仰角上采用扇形宽波束，而在方位上进行 360° 环视搜索的雷达，广泛用于对空中和海面目标的监视；而在仰角上进行扫描的二坐标雷达，一般只用于测量方位扫描的二坐标雷达所指定的空中目标的高度，专用名词称为测高雷达。在方位上扫描的二坐标雷达的仰角波束宽度应覆盖所需探测的垂直扇区，而方位波束的宽度、取决于具体雷达所需提供的方位分辨率和测量精度，并受抑制地杂波的多普勒处理所需的天线波束在目标上的最少驻留时间的限制。 （撰写：黄为倬 审订：张光义）



F

faguang erjiguan

**发光二极管** light emitting diode (LED) 低场型电致发光器件。它的工作机理是在Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体P－N结上加正向偏压，使势垒高度降低并产生少数载流子的注入，而注入的少数载流子和该区的多数载流子复合，将多余的能量以光的形式辐射出来，能隙不同的半导体材料可以发射不同波长的光，如红、黄、绿、蓝等颜色的光。发光二极管具有工作电压低、能直接用CMOS电路驱动、发光效率高、响应速度快、工作寿命长、工作可靠等特点，因此被广泛用于照明和指示灯、光耦合器、大面积的告示牌和广告显示等。

（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

faguang erjiguan xianshiqi

**发光二极管显示器** light emitting diode display 用发光二极管做成矩阵显示单元的平板显示器。它由发光二极管阵列及其驱动电路组成，可以做成很大的屏幕，适合于大面积的告示牌和广告显示等。（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

faladi xuanguangqi

**法拉第旋光器** Faraday rotator 利用法拉第效应制成的旋光器件。其结构参见*光隔离器*。工作原理是，当媒质受到磁场作用时，平面偏振光波的偏振面产生旋转（法拉第旋转），旋转的角度为

$$\theta = VHL$$

式中$H$为磁场强度；$L$为光在媒质中通过的路程；$V$为与媒质有关的常数。适当调整偏振片的透光轴和$H$、$L$参数，即可使光波在一个方向上通过，阻挡在另一方向上的传播，起到单通光闸的作用。法拉第旋光器的用途很广，如在多级激光器系统中用以防止激光的逆向传输造成前级光学元件的破坏等。

（撰写：吴永生 审订：梅遂生）

fanfushe daodan

**反辐射导弹** antiradiation missile 以敌方电磁辐射信号作为制导信息，跟踪和摧毁该辐射源的一种导弹。主要用于攻击和压制敌防空系统中的辐射源。它由导引头、弹体、引信及战斗部和发射设备组成。其工作可分为三个过程，即引导设备选择目标、导引头捕获目标和导弹攻击。引导设备的作用是发现辐射源信号，确定需要攻击的辐射源和参数测量，给导弹导引头装定辐射源的特征参数。参数装定后，导引头的测向设备和测频设备开始工作，对入射辐射源信号进行侦收截获，并将得到的辐射源信号的特征参数输入到信号处理器进行分选识别。当获得的信号特征参数同装定的待攻击辐射源特征参数相符合时，确定攻击目标已截获，此时导引头通过音响或灯光等方式提示导弹操作员目标已被捕获，操作员就可发射反辐射导弹。导弹发射后，导引头按一定的导引程序控制反辐射导弹的飞行姿态，完成将导弹导向辐射源。反辐射导弹是电子战的重要手段之一，是彻底摧毁敌方辐射源的有效硬杀伤手段。反辐射导弹的发展趋势是：扩展导引头的频率覆盖范围；改进动力装置，加大射程；采用复合制导，以提高导弹的使用灵敏度和制导精度；提高导弹在复杂电磁环境中识别和攻击目标的能力；采用隐身技术，提高导弹生存能力等。（撰写：王燕 审订：索以宾）

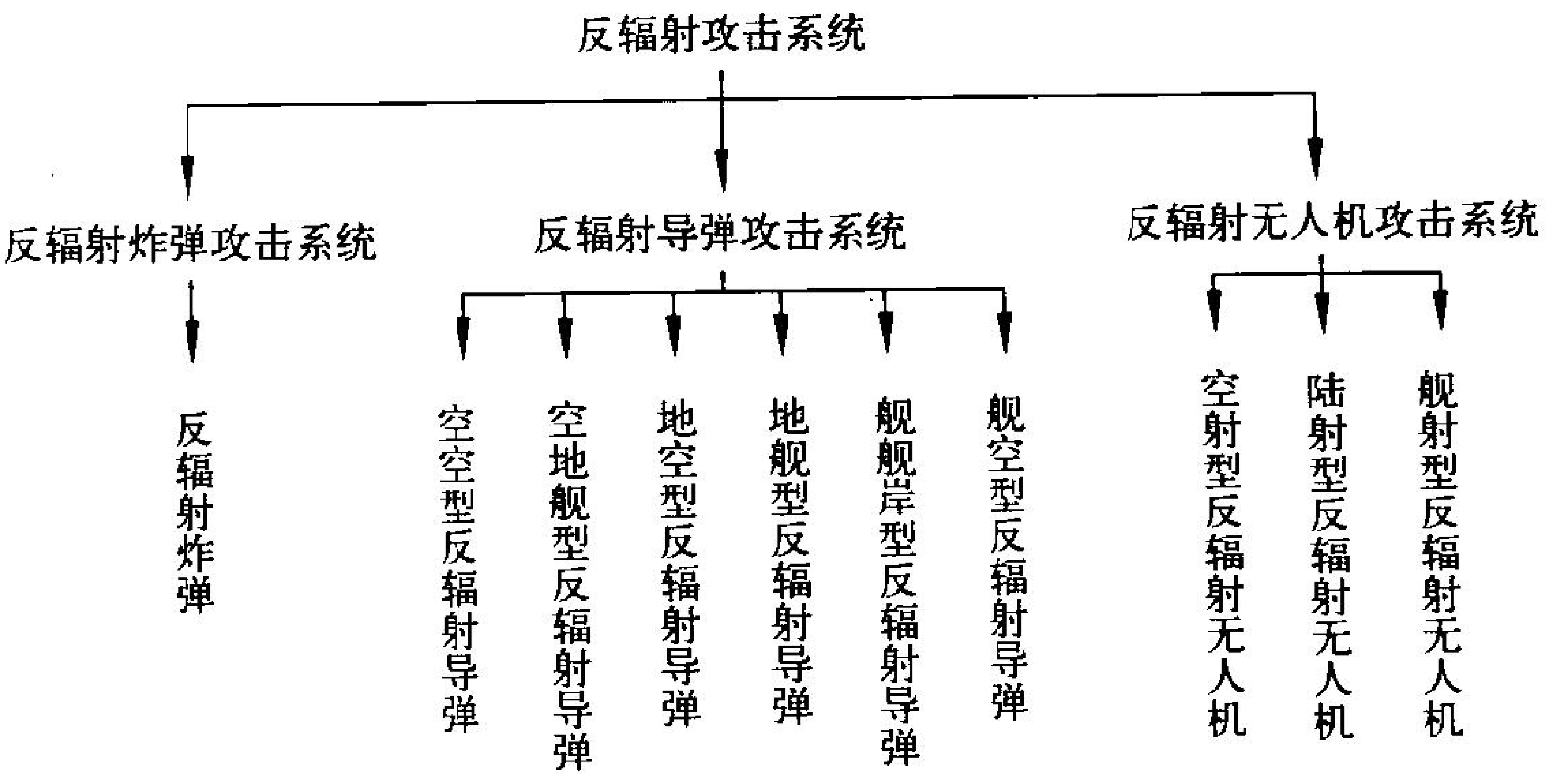
fanfushe daodan you'er

**反辐射导弹诱饵** antiradiation missile decoy 发射与被掩护辐射源（如雷达）的信号特征相似的电磁辐射信号，诱使反辐射导弹偏离被保护目标的装置。反辐射导弹的导引头通常采用小型平面螺旋天线阵，其单元天线波束宽，容易遭受多点源欺骗干扰。如果在被保护雷达周围的一定距离上设置有源假目标（诱饵），就可以在反辐射导弹导引头的分辨角内产生两个或多个辐射源，使反辐射导弹跟踪偏离被保护的雷达，从而达到保护雷达的目的。反辐射导弹诱饵按体制一般可分为非相干和相干诱饵两种。非相干诱饵辐射源的工作频率、发射波形、脉冲定时及扫描特性与被保护的雷达十分接近或一致，但其相位与雷达信号无关。相干型诱饵辐射源的工作频率与被保护雷达的相同，且保持一定的相位关系（如180°），以形成相干干扰。相干诱饵实现比较困难，故使用很少。反辐射导弹诱饵的发展趋势是系列化分布式通用诱饵及红外/可见光诱饵所构成的综合对抗系统。

（撰写：朱松 审订：吕连元）

fanfushe gongji

**反辐射攻击** antiradiation attack 截获和跟踪敌防空体系中的辐射源信号，利用反辐射武器系统直接将其摧毁的战术技术行动。反辐射攻击是电子对抗的硬杀伤手段。其特点是对辐射源具有摧毁性打击能力，攻击速度快，攻击方式灵活，攻击范围大。反辐射攻击武器的主要作战对象是敌空中、海上和地面的各种防空雷达，包括预警雷达、目标指示雷达、地面防空引导雷达、地空导弹和高炮雷达、空中截击



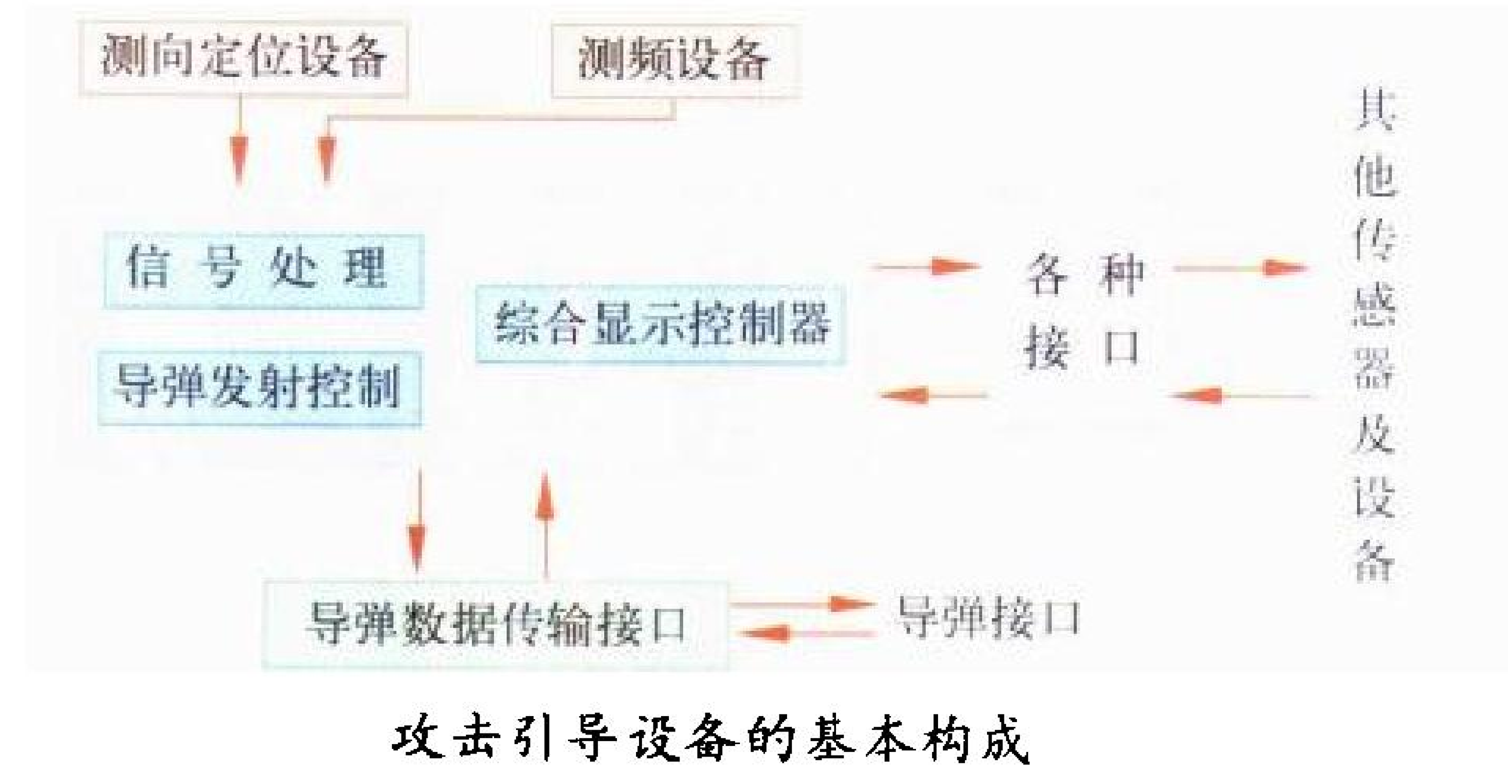

反辐射攻击武器类型

雷达以及相关的运载体（如飞机、军舰和地面雷达站）和操作人员。根据不同的攻击方式，可分为反辐射导弹、反辐射无人机和反辐射炸弹三大类（如图所示）。

（撰写：王燕　审订：索以宾）

fanfushe gongji yindao shebei

**反辐射攻击引导设备** antiradiation attack guiding equipment　用于对辐射源进行截获、识别和定位，引导反辐射武器系统对跟踪、锁定的目标实施攻击，是反辐射攻击武器系统的一个重要组成部分。电子战攻击引导设备包括机载反辐射攻击引导设备、陆基反辐射攻击引导设备和舰载反辐射攻击引导设备。这些攻击引导设备的组成基本上相同，它们由以下几个主要部分组成（见图）：测向定位设备、测频设备、




攻击引导设备的基本构成

导弹发射控制设备、综合显示控制器与导弹数据传输接口和与其他设备的接口。反辐射攻击引导设备是一种特殊的电子侦察设备，它不发射电磁波，通过测向定位设备和测频设备接收辐射源发射的电磁信号，测量其方位和特征参数，确定其位置、识别其类型，然后引导反辐射导弹攻击。

（撰写：朱松　审订：吕连元）

fanfushe wurenji

**反辐射无人机** antiradiation UVA　一种装备有探测电磁辐射导引头和战斗部，能在巡航中利用敌方电磁辐射信号作为制导信息，跟踪并摧毁该辐射源的一种无人机。反辐射无人机系统主要由三大部分组成：情报侦察分系统、任务规划分系统和反辐射无人机平台。反辐射无人机的作战过程一般分为地面参数装定、按编程航线飞行、搜索目标和俯冲攻击。情报侦察系统发现并确定攻击目标后，任务规划系统对导引头装定本次作战目标的相关参数，同时对导航控制系统装定目标区坐标参数等。无人机发射后，导航控制系统根据发射前装定的目标区坐标参数进行自主导航，按预定编程航线控制无人机飞行，直至达到目标区前沿。无人机到达预定目标区前沿后，按编程搜索航线进行徘徊巡航飞行，同时导引头开始对目标进行搜索，根据加载的目标数据确认攻击目标，当获得的信号特征同装定的攻击目标特征相符合时，确认攻击目标已截获，目标锁定后，控制无人机进入俯冲攻击。反辐射无人机的突出特点是攻击距离远、巡航时间长，隐蔽性好，尤其是可以向防区外发射，并且可以“发射后不管”，保证了发射平台及人员的安全。

（撰写：王燕　审订：索以宾）

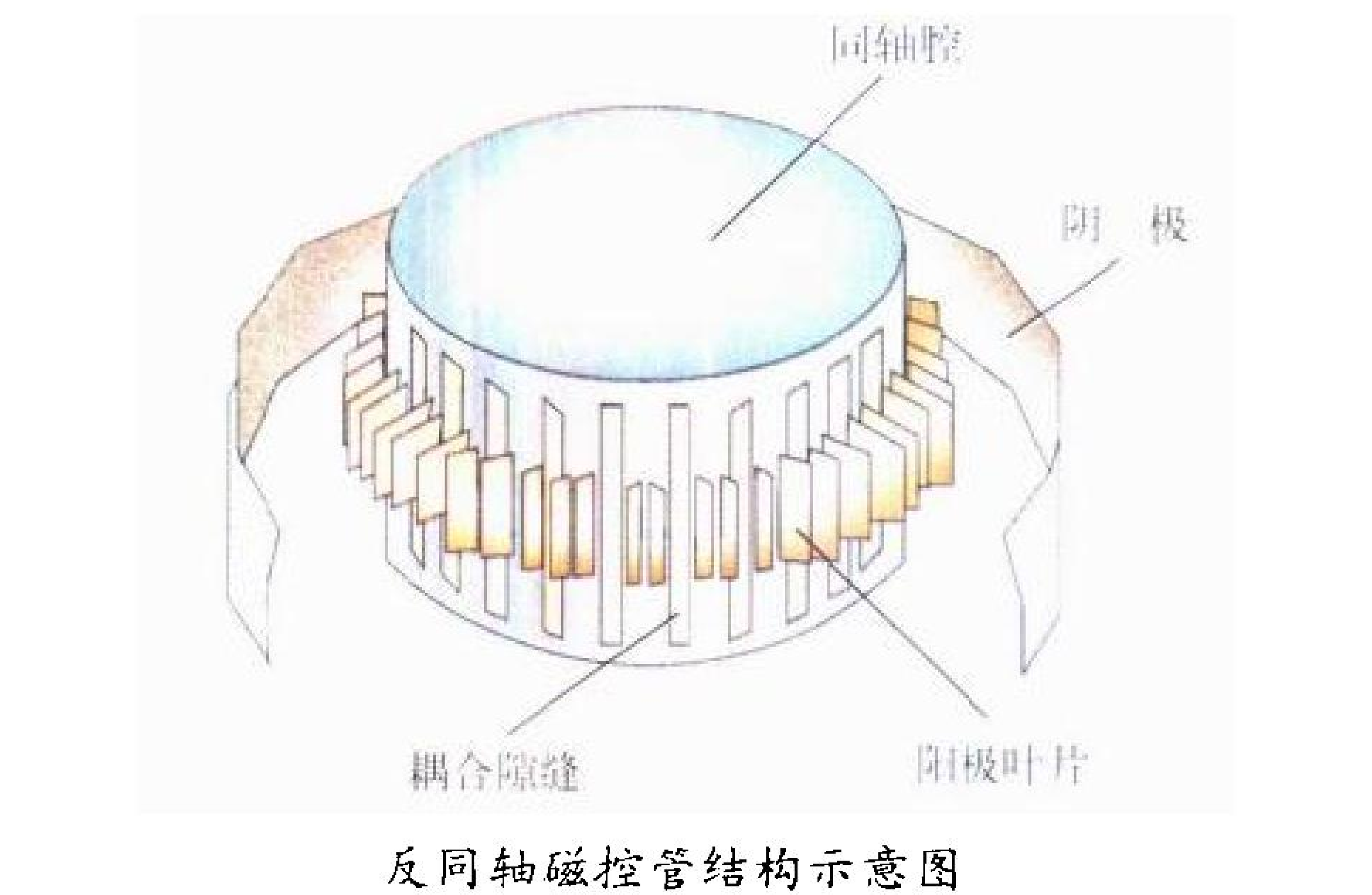
fanqipian

**反欺骗** antispoofing (A-S)　美国军方在 GPS 原军用的 P 码信号上实施加密而形成的一种信号保护措施。A-S 措施是将 P 码与加密码 W 码进行模 2 加，形成敌方难破译的 Y 码，替代原先在 GPS 载频 L1 和 L2 上传送的 P 码。这种加密后的码由于未改变 P 码的码速率而一般记为 P(Y) 码。只有获得 Y 码密钥的美军方用户才能利用 P(Y) 码进行精确定位。A-S 措施的目的是为了防止敌方用模仿的军用码发射机对美军的军用 GPS 接收机进行欺骗干扰，同时也为了阻止未经授权的用户利用 GPS 的精密定位服务。

（撰写：丁群　审订：邱致和）

fantongzhou cikongguan

**反同轴磁控管** inverted coaxial magnetron　反同轴磁控管是一种阴极在外、阳极谐振腔在内、阴极和阳极都做成圆筒形、并且同轴放置的同轴磁控管，其结构如图所示。它是为




反同轴磁控管结构示意图

了解决同轴磁控管当频率向高处发展时，管子尺寸太小、阳极热负荷及阴极电流密度过大、寿命太短的问题而研制的一种管型。反同轴磁控管和同轴磁控管一样，可以大大改善其频率随负载、电流和温度变化的稳定性。频谱特性好、频率稳定性高，适用于频率稳定性要求较高的动目标显示雷达、机动性强的机载雷达、舰载雷达以及导弹的精密测量。美国还把反同轴磁控管用于地下核试验。反同轴磁控管比同轴磁控管有更大的阴极表面积，可以提供更大的阴极电流，同时阳极面积也增加了，提高了散热能力，在毫米波大功率管的研制中是优选管型。

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

fanxiang lianlu

**反向链路** return link　又称反向线路。用户（或用户航天器）到中继卫星（或飞机）再到地面中心站的通道。例如在 TDRSS 系统中，该链路由 S 频段单址通道、K 频段单址通道、中继卫星的遥测通道、用户的码分多址通道组成。反向链路采用 SQPSK 或 BPSK 调制。为了适应反向链路中多种数据形式和数据速率的传输，将反向链路的数据分为两种数据组 DG1 和 DG2。DG1 可同时进行数传和测距；DG2 用于中高速数传，数传速率为数兆比特每秒到数百兆比特每秒，该数据组不测距。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

fanzhanshudandaodaodan leida

**反战术弹道导弹雷达** antitactical ballistic missile radar (ATBMR)　反战术弹道导弹系统中所用的雷达。该系统的核心设备之一是一部或多部相控阵扫描雷达，以实施反导系统的目标监视搜索、重点目标跟踪和拦截导弹的制导等任务。美国的“爱国者”反导系统中，采用单台 C 波段多功能相控阵雷达 AN/MPQ-53（参见多功能阵列雷达）完成

空域搜索、多目标跟踪、发射导弹的跟踪和制导以及杀伤评估等任务。俄罗斯的 S-300V 反战术弹道导弹系统中采用了三种雷达：(1) 9 S15 相控阵三坐标监视搜索雷达，用以在方位 360°、距离 10～250 km 范围内对 200 批目标进行搜索监视；(2) 9S19 相控阵扇扫雷达，对高威胁扇区（方位 ±30°，距离 20～175 km，仰角 0°～75°）的目标进行监视跟踪和识别，能同时跟踪 16 个目标航迹；(3) 多通道导弹制导雷达，配备给导弹连火力单元。空中预警指挥系统（AWACS）也可为战术弹道导弹系统提供目标信息。
（撰写：王德纯　审订：张光义）

fanbo fangdaguan

**返波放大管**　backward wave amplification tube　相速与群速反向的正交场放大管。返波放大管有分布发射和注入式两类。分布发射式又分为长漂移区和短漂移区两种，长漂移区的长度在 2～3 个慢波波长，短漂移区只有 1～2 节慢波线长度，泊管是典型的代表。泊管又名高原管、增幅管、稳频管。它的效率高达 90%，是所有微波管中效率最高的管种。它的功率也可做得很大，在 S 波段，连续波功率达 425 kW，脉冲功率达 25 MW。缺点是增益不高，只有 10 dB左右，这是因为电子重入条件使慢波线节数受到限制引起的。发展非重入式或有漂移区的返波放大管，可以把增益提高到 10～18 dB。泊管采用冷阴极实现长寿命，在高功率脉冲雷达上得到广泛应用，自 1954 年开始应用，20 年间就有 2500 多种管型用在雷达发射机中。长漂移区的返波放大管主要用在预警雷达上。注入式的典型代表是卡皮管。注入式返波放大管有很宽的电子调谐范围，可以放大低信号和调频信号，输出噪声很低，可用于无线电中继通信和对流层散射通信。返波放大管的缺点是相速度随电压变化太大，很难在恒压工作下实现跳频。　（撰写：何天水　审订：廖复疆）

fanhuiduan cekong jishu

**返回段测控技术**　TT&C technology for re-entry phase　对航天器重返地面运行段的跟踪、测量、控制和信息传输的技术。返回段测控是返回型卫星、飞船等航天器特有的任务，是测控的关键技术之一，其所遇到的技术难题与导弹的再入段有其相似之处：(1) 卫星、飞船返回段与导弹再入段都需要有较高的轨道测量精度，并准确提供卫星、飞船回收点的坐标；(2) 由于黑障区的存在，会造成测控系统跟踪中断。因此，要求测控系统能在航天器出黑障区以后迅速捕获目标，恢复正常的测控功能。由于返回段测控的特殊性，为较好地执行航天器的返回控制任务，一般设置三个活动站，即回收前置站、回收控制站和回收站，并配有多种设备，确保回收成功。　（撰写：孙　鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

fanghuoqiang

**防火墙**　firewall　一种用于网络访问控制的措施。通过专门的软件或硬件，防火墙能够依据预先设置的策略对网络信息流进行检查、阻断（或拒绝）违反安全策略的信息流、放行符合安全策略的信息流，以确保信息系统的安全。防火墙通常设置在两个网络互联的地方，即网络互联信息流必经之处。防火墙基本分为三种类型：(1) 包过滤型防火墙，只对通信数据包的地址、协议和端口号进行检查的防火墙，其效率高，通用性好，但安全性较弱；(2) 代理型防火墙，对应用协议整个过程进行安全检查的防火墙，其效率较低，实现复杂，与应用协议相关，但安全性较好；(3) 混合型防火墙，综合上述两类防火墙的特点，在提供代理型防火墙对应用协议过程进行安全性检查的同时，提供包过滤防火墙的高效率。现在的防火墙产品除了提供访问控制功能外，还逐渐增加了新的功能，包括加密等。　（撰写：张建军　审订：黄月江）

fangjingdian jishu

**防静电技术**　anti-statics proof technique　为消除和防止静电灾害和事故而采取的各种技术方法。防止静电灾害和事故可从控制静电的产生和消散两方面入手。控制静电的产生主要是控制工艺过程材料的选择；控制静电的消散则主要是加速静电泄漏和中和，如静电接地、静电屏蔽、静电缓和、添加防静电剂、相对湿度控制、装设静电消除器以及静电检测、监控等。　（撰写：李代勇　审订：张桐诚）

fangkong jingjie tance xitong

**防空警戒探测系统**　air defence warning and detection system　对敌方空中进攻的目标进行搜索、发现、跟踪、识别、信息融合，并为己方武器系统提供拦截信息的电子信息系统。防空警戒探测系统由传感器（警戒雷达、超视距雷达、星载雷达、机载雷达、气球载雷达、红外雷达以及观察哨等）、信息处理中心和通信系统等组成。高技术战争中，防空对象已扩展到大气层内的隐身和非隐身的战略轰炸机、战斗机、巡航导弹、反舰导弹、空地导弹、反辐射导弹（ARM）、武装直升机等威胁目标。目前防空警戒探测系统的重点是要对付在电子干扰环境下，隐身飞机和巡航导弹的高低空突防。探测巡航导弹的难点是雷达截面积（RCS）较小（0.1～0.2 m$^2$）、超低空突防，当前最好的办法一是用超视距雷达（OTH）作远距离大面积警戒，二是用机载预警与控制系统（AWACS）指挥航空兵与地空导弹作多次拦截。一般情况下，AWACS 难以 24 小时在空中值班，且费用昂贵，所以二者必须配合使用，同时充分发挥地面雷达的探测能力。探测隐身飞机的难点是隐身技术使目标的迎头 RCS 缩小很多（对 X 频段可能缩小 30 dB），但对高频（HF）却不起作用，因此，高频天波超视距雷达是对隐身飞机早期预警的有效手段之一，另外隐身飞机在迎头以外的角度上仍会有相当大的 RCS 值，所以多基地雷达在对目标构成大的双基地角时具有探测隐身飞机的潜力。隐身飞机在海湾战争和科索沃战争中的成功运用，对未来的防空产生了深远的影响，美国正集中力量研究先进的单基地与多基地雷达技术，但迄今仍无行之有效的装备和系统。探测隐身飞机比较有效的途径有：(1) 先进的短波天波超视距雷达；(2) 多基地雷达及雷达组网；(3) 用较低频率雷达执行对空警戒和引导拦截任务；(4) UHF 频段的机载预警与控制系统；(5) 大功率相控阵雷达；(6) 红外、光学探测系统。　（撰写：李兆芳　审订：刘　兴）

fangkong leida

**防空雷达**　air defence radar　探测空中和空间目标的雷达统称防空雷达，一般指对付空中目标的对空监视雷达。空中目标有飞机、直升机、低飞战术导弹等。探测空中目标的防空雷达又分为三坐标监视雷达和二坐标监视雷达、测高雷达和制导雷达。防空雷达的战术技术性能是随着目标性能的发展而发展的，电子干扰、隐身目标、反辐射导弹的攻击及低空超低空突防是当前对防空雷达的四大威胁，从而形成了防空雷达相应的对抗技术。即防空雷达必须在恶劣的电磁环境中

提高探测能力和生存能力。（撰写：谢成学　审订：贺瑞龙）

fangxinxixielou jishu

**防信息泄漏技术**　tempest　抑制计算机、通信及其外围设备等信息设备的电磁信号向空间辐射的技术。信息泄漏是指计算机等电子设备工作时，会向空间发射电、磁信号，这些信号一旦被他人接收分析，即可得知计算机所处理的信息内容，从而造成泄密。Tempest一词最初是美国政府一项绝密计划，即控制电子设备泄密发射的代号。现在已成为研究抑制各种信息设备泄密发射的代名词。防信息泄漏技术主要包括三方面研究内容：(1)标准及规范研究；(2)防护及制造技术研究；(3)检测技术研究。满足防信息泄漏技术标准要求的计算机称为防信息泄漏计算机。我国已研制了以红黑分离式原理设计的防信息泄漏计算机（如图所示）。它将包含机密信息且又未经加密的信号称为红信号，存放红信号的区域称红区；将不包含机密信息或经加密处理过的信号称黑信号，存放黑信号的区域称黑区。防护信息泄漏的基本措施是抑制红信号的发射和防止红信号在红区和黑区之间传输。为了抑制红信号的发射和传输，常采用两种方法：包容法和抑源法。防信息泄漏计算机主要应用在金融、外交、军事和机要部门。

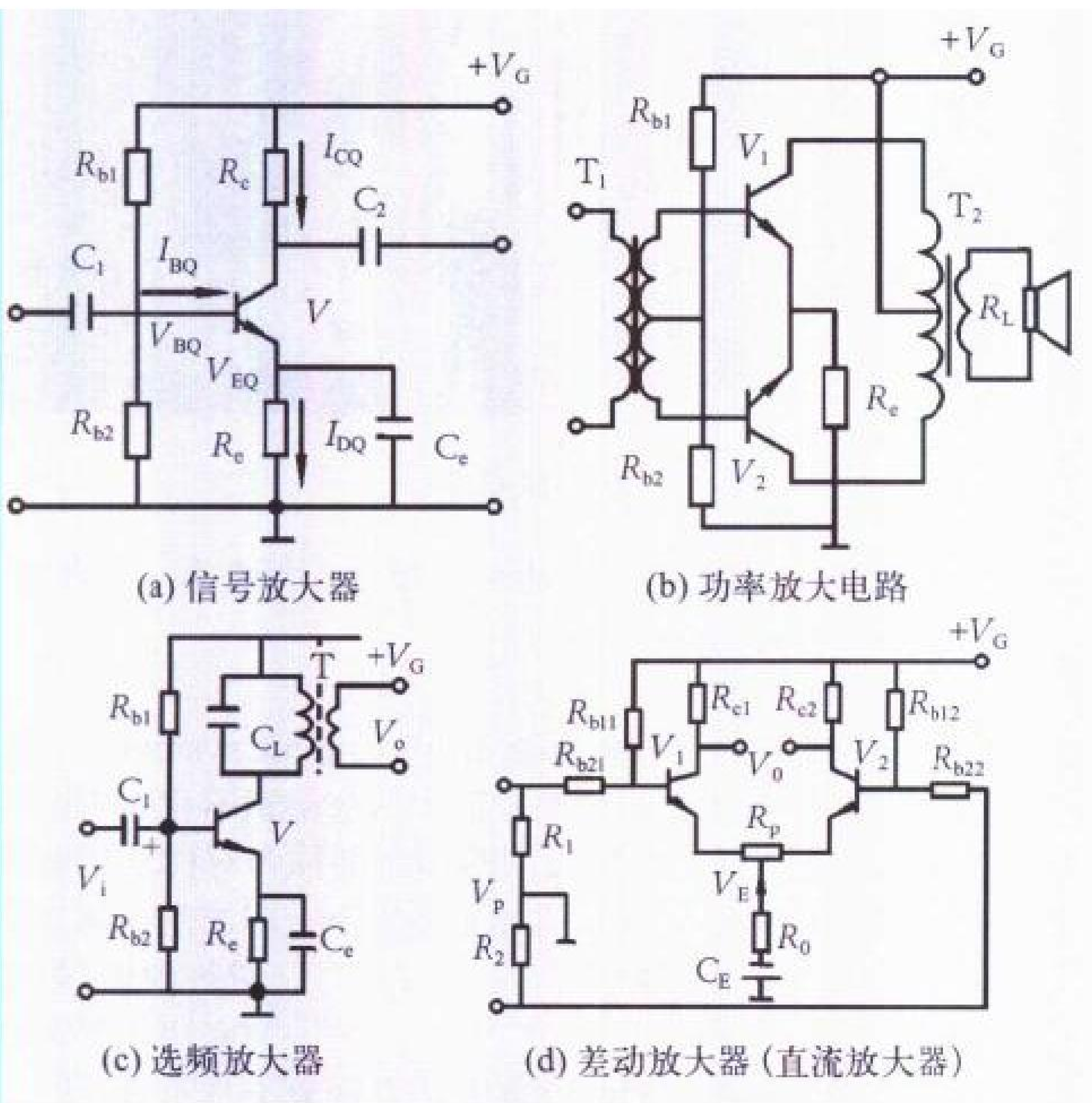


Tempest-Ⅲ 防信息泄漏计算机

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

fangdaqi

**放大器**　amplifier　能把微弱的电信号放大、转换成较强的电信号的电子电路或装置。它由电子器件（如电真空器件、晶体管等）、电源、以及电阻、电容、线圈、变压器等其他电路元件所组成。通常用放大倍数表示放大器的放大能力，放大倍数为输出量与输入量的比值。放大倍数用对数表示叫做增益。放大器的种类很多，有放大交流电流和电压的电信号放大器；放大变化缓慢或极性固定不变的直流信号的直流放大器；集成运算放大器；能从含有多种频率的信号中选出某个信号加以放大而对其他信号不予放大的选频放大器（调谐放大器）；以放大信号功率为主要任务的功率放大器等。此外，还有用于光纤通信的光放大器。图为四种常用的电信号放大器。放大器应用十分广泛，雷达、通信、广播、电视，以及工业自动控制等设备都是其主要的应用领域。

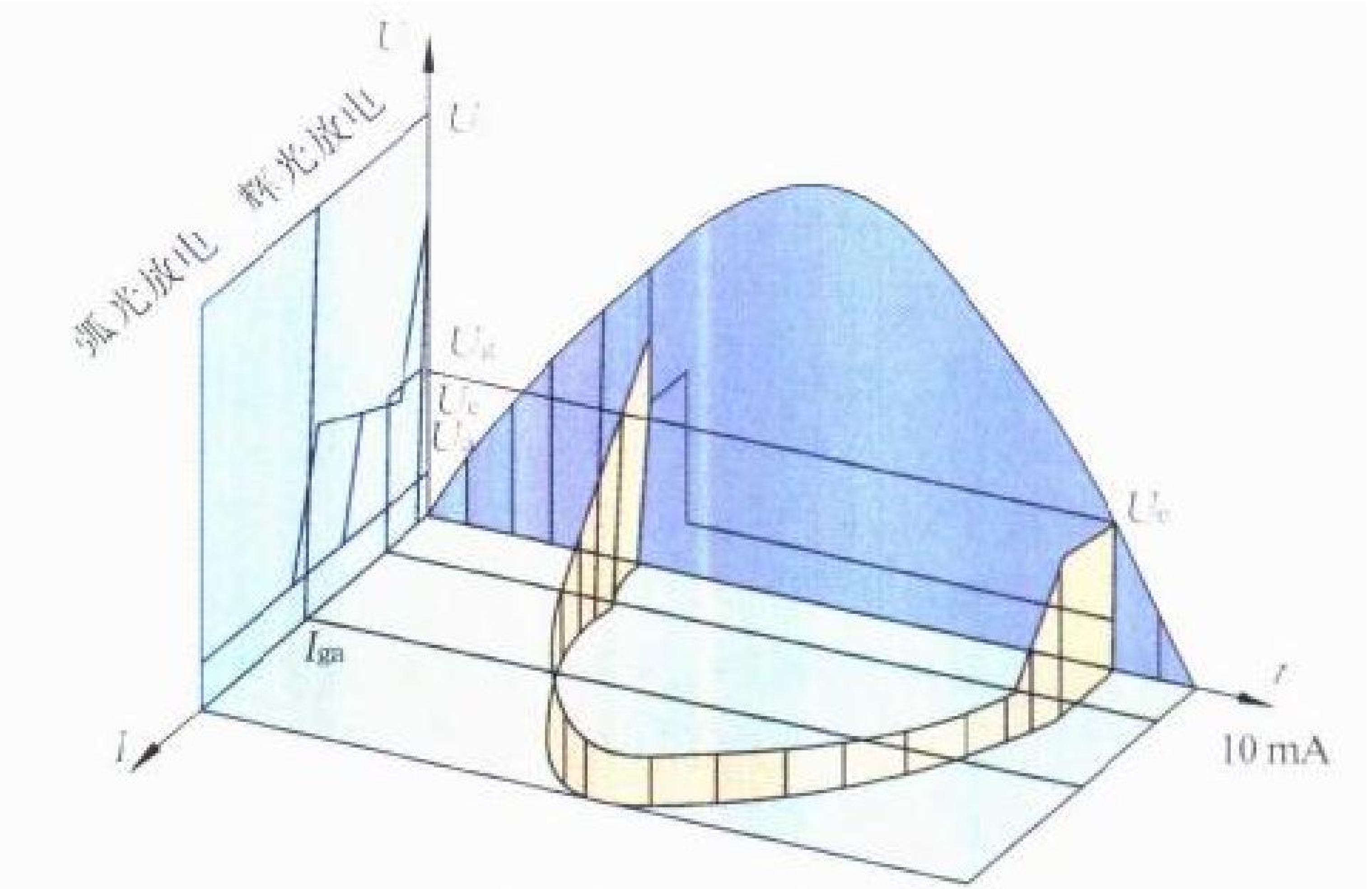



常用电信号放大器

（撰写：王莺　审订：蒋怡）

fangdianguan

**放电管**　gas discharge tube　又称浪涌保护器或过压保护管。利用陶瓷金属或玻璃金属的密封腔内两电极之间的气体放电原理制成的冷阴极气体放电器件。两电极之间施加的电压低于其击穿电压时，它的两电极之间处于隔离电压的绝缘状态。当故障干扰电压超过其击穿电压时，管内产生辉光—弧光放电，两电极之间变为导电体，使干扰信号、故障的能量泄放掉。之后又立即变为绝缘状态。特性曲线如图所示。




放电管特性曲线

极间施加缓慢上升致使放电管产生击穿时的直流电压称直流击穿电压或静态击穿电压，其值低者数十伏，高者数万伏。使放电管产生击穿的单次冲击（脉冲）峰值电压称冲击击穿电压或动态击穿电压，其值为直流击穿电压的1.5倍到十几倍。极间绝缘电阻不小于100 MΩ，极间电容为皮法级。外形尺寸小者 $\phi 2\ \text{mm} \times 5\ \text{mm}$，大者 $\phi 60\ \text{mm}$ 以上，泄放能量大到数千焦。一只三电极放电管可代替两只二极放电管使用，性能更佳。放电管是电子设备的过电压保护神，用于脉冲编码调制器、计算机与数据系统、交通电子设备与通信设备、天线与电缆、电源、微波管等的过电压保护、雷电保护、核电磁脉冲防护等。（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

fangdian quxian

**放电曲线**　discharge curve　电池和电池组在特定条件下进行放电时记录的电压与时间关系的曲线，如图所示。放电曲线可用于描述和分析电池和电池组的实际技术特性。例如：按照规定的终止电压值，可以从放电曲线上确定电池的有效工作时间（$t$）和平均工作电压（$U$）。若已知恒定放电电流（$I$），则可得到另外两个重要的电池技术参数

电池输出总能量：　$E = IUt$

电池的平均输出功率：　$P=IU$

若已知电池的质量为$m$，体积为$V$

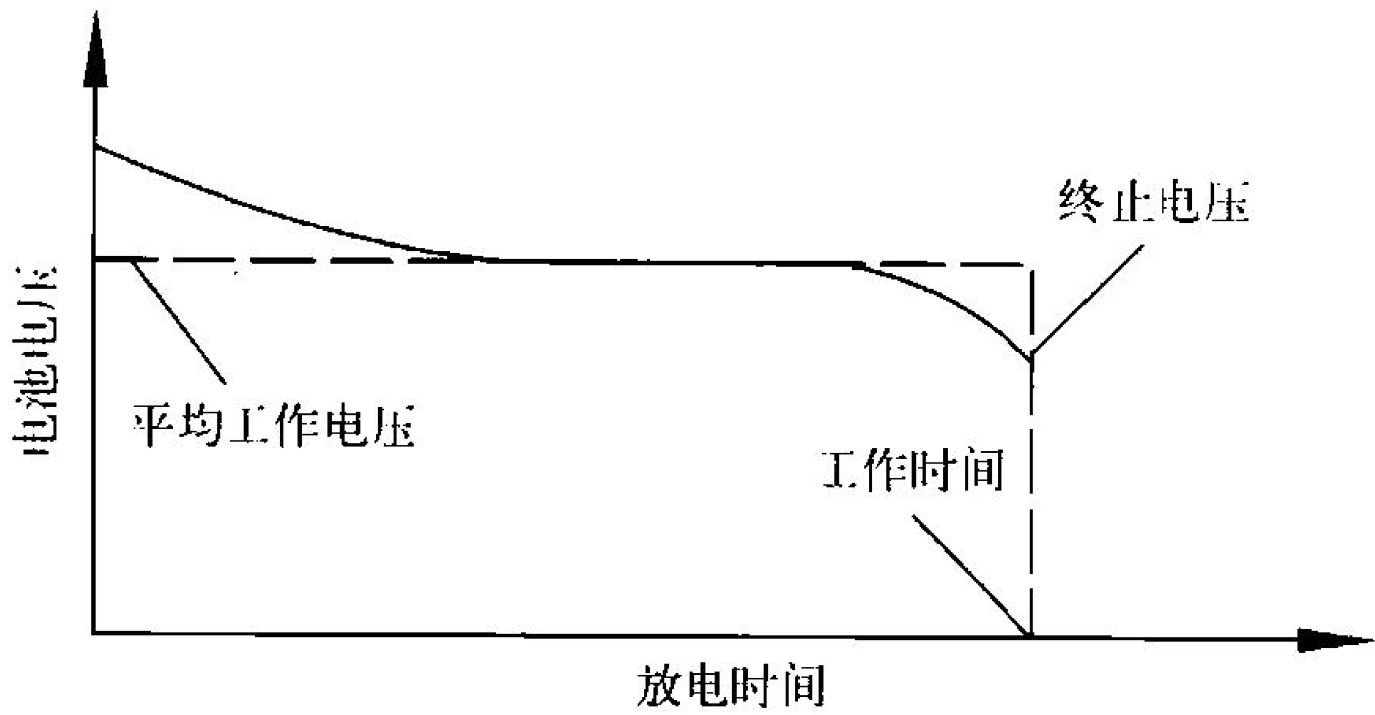
则电池的质量比能量为：　$E/m$

电池的体积比能量为：　$E/V$

电池的平均质量比功率为：$P/m$

电池的体积比功率为：　$P/V$

显然，放电曲线可以作为用户判断电池和电池组是否满足其技术要求的根据。




电池或电池组的放电曲线图

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

fangshexing tongweisu wencha fadianqi

**放射性同位素温差发电器**　radioisotope thermoelectric generator (RTG)　一种将放射性同位素的衰变热转换成电能的换能器件。RTG由放射性同位素热源、温差电换能器和热辐射器构成。空间应用时，往往选择放射性同位素$^{238}$Pu（半衰期89年）作核燃料。地面和深海应用时，常用放射性同位素$^{90}$Sr（半衰期28年）作核燃料。一个有实用价值的温差电换能器是由数对至数十对以上的温差电单体串联或并联组成的。通常，温差电换能器采用两种结构，一种是以热源为中心、温差电元件辐射状排列的结构。另一种是将温差电元件压紧在热源一侧的平板结构。在这两种结构的换能器中，温差电单体都可采用分立元件或组件的形式。美国在空间任务，例如阿波罗登月计划、飞向外层行星的旅游者飞行器、伽利略飞船、加西尼行星际飞船等任务中，已使用的RTG，输出电功率从2.7 W到300 W，质量从2 kg到56 kg，最高效率已达6.7%，最高质量比功率已达5.36 W/kg，设计寿命为5年。迄今为止，早期发射的空间飞行器上应用的RTG，工作寿命已超过28年。（撰写：张建中　审订：李文滋）

feiji zizhu wanhaoxing jianshi

**飞机自主完好性监视**　airborne autonomous integrity monitoring (AAIM)　利用飞机上各种导航设备的冗余测量信息进行一致性检测，以判定导航信号完好性的一种技术。其原理与RAIM技术相似，但用于一致性检验的信号除了GPS导航信号外，还包括其他机载导航设备，如气压高度表、GLONASS接收机、罗兰C接收机、惯导系统以及精密原子钟的测量信号。AAIM除了具有RAIM的优点之外，由于有更多的冗余信息，其完好性监测能力比RAIM强。

（撰写：丁　群　审订：邱致和）

feixing jianding shiyan

**飞行鉴定试验**　flight evaluation experiment　对火箭和导弹的飞行轨道参数和控制精度进行鉴定的技术。主要分为内弹道测量鉴定试验和外弹道测量鉴定试验两种形式。内弹道测量鉴定试验是通过火箭、导弹内部参数（如火箭、导弹的发动机效率，推进剂的燃烧、能量转换等）的测量、并通过遥测送到地面接收站后进行处理、记录和显示，供鉴定使用。外弹道测量鉴定试验即通过测量火箭、导弹的弹道参数，分析其轨道设计、气动力特性、飞行稳定性、落点散布及控制精度，供鉴定使用。外弹道测量设备分无线电测量设备和光学测量设备两类。无线电测量设备分连续波雷达和脉冲雷达两类。光学设备包括普通光学设备、激光测量设备、红外测量设备和电视测量设备等。外弹道测量设备测量参数有距离（距离差）、速度（距离差变化率）、方位角、俯仰角等。

（撰写：于景瑞　审订：于基磊）

feixingqi

**飞行器**　flight vehicle　见航空卷。

feizhen ceshi jishu

**飞针测试技术**　flying probe test technology　飞针测试是应用在$X$-$Y$机构上装有可分别控制和高速移动的4个头共8根测试探针的专用设备，用计算机控制线性马达，根据CAD提供的测试数据使其驱动测试探针移动到所需要测试的焊盘或测试点上并与之接触，对已装配元器件的印制板电路进行开路/短路或元件测试，又称无针床式印制板测试技术，是20世纪90年代初期研究开发成功的印制电路板电气性能测试新技术。相应的测试设备（见图）称为飞针测试仪或飞针在线测试仪。目前的飞针测试仪最小测试间隙可达0.1 mm，测试速度可达0.04秒/步。与传统的针床式印制板测试技术相比，它有测试间隙小、不需要制作昂贵的测试工具和大量精细测针、能测试非网格化且双面印制的电路板等特点，非常适合采用表面组装技术和细间距引脚元器件形成的高密度印制电路板的电气性能测试。对于多品种、小批量、非网格化的印制板，以及研制和试验印制板的电气性能测试，飞针测试仪更有它方便、灵活、测试成本低等优点，但也有测试探针寿命较短、测试速度较慢等缺陷。



飞针测试设备

（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

feiduichen mima tizhi

**非对称密码体制**　asymmetric cryptographic system　一般指公开密钥密码体制，即加密密钥和解密密钥不相同的密码体制。反之，加/解密密钥相同的密码则称为对称密钥密码体制。这种密码体制分别有两种变换集合：即加密变换集合$\{E_e: e\in K\}$和解密变换集合$\{D_d: d\in K\}$，对每种加/解密密钥对$(e, d)$，一个密钥$e$可以公开，另一个密钥$d$要保持秘密，并且要求从已知的$e$计算出$d$在计算上是不可行的，即在现有技术条件下将难以提供需要的计算资源（包括时间

或空间等)。其中 $K$ 表示密钥空间，它的每个元素 $e \in K$ 称为一个加密密钥，$d \in K$ 称为一个解密密钥。每个元素 $e \in K$ 惟一地决定从未被加密的明文空间到加密后的密文空间的一个映射 $E_e$，$E_e$ 称为加密变换；每个元素 $d \in K$ 惟一地决定从获得的密文空间到明文空间的一个映射 $D_d$，$D_d$ 称为解密变换。提出公开密钥密码体制的基本目的是为了解决大规模网络环境下的密钥管理的复杂问题，使其变得更加简便。此外，由于公开密钥密码在鉴别认证上的特殊优点，可方便地支持建立强有力的鉴别框架、支持抗抵赖(抗否认)和抗假冒等，在网络化的大规模电子商务、军政事务管理等方面正被越来越广泛地使用。 (撰写：蒋继洪 审订：穆良知)

feihuyi dianci yuanjian

**非互易电磁元件** non-reciprocal electromagnetic components 对正反两个方向传输的电磁波起不同作用的一种电磁元件。它使网络不满足互易定理。这种电磁元器件的非互易性主要由旋磁铁氧体的旋磁特性产生。常见的非互易电磁元件有：隔离器、环行器、相移器等，广泛用于雷达、通信和电子战等装备中。 (撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

feihuyi jihua pianzhen xuanzhuanqi

**非互易极化(偏振)旋转器** non-reciprocal polarization rotator 又称非互易波旋转器。通常是一种圆截面的波导结构，其波导内置以纵向(磁化方向，波的传播方向和圆波导轴线一致)磁化的铁氧体，这种铁氧体即传播介质使得线极化波的极化方向(即电场矢量的方向)在一个传播方向顺时针旋转；在相反方向则反时针旋转，这种旋转器也称非互易旋转器。这类旋转器主要有法拉第旋转式环行器、隔离器、微波开关、调制器、不可逆的功分器、倒相器、双模铁氧体旋转极化器等，一般工作在 5～36 GHz，在毫米波段应用较多。这类器件在微波通信、雷达、电子战等电子装备中有着广泛的应用。 (撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

feihuyi xiangyiqi

**非互易相移器** non-reciprocal phase-shifter 传播介质使电磁波在两个传播方向具有不同相移的一种两端口器件。按相移改变的模式可分为：(1) 模拟相移器，相移量可以连续变化；(2) 数字相移器，相移量是步进式的变化。按传输线的形式可分为：(1) 波导型移相器；(2) 同轴型移相器；(3) 微带型移相器。按构成材料又可分为：铁氧体类和半导体类移相器。相移器主要用于相控阵雷达，通过电子计算机来控制相移器的相位，从而改变空间波束方向。铁氧体相移器适用于高频段(S波段到 Ku 波段)工作，与半导体相移器相比，在高频段能承受较高的峰值功率。

(撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

feijiechu celiang

**非接触测量** non-contact measurement 测量是把被测量和作为测量单位的量进行比较，确定它是测量单位的几倍或几分之几。以下式表示

$$比值 = \frac{被测量}{测量单位}$$

根据测量方式的不同，分为接触测量和非接触测量。接触测量是指测量时量具或仪器的测量头直接与被测物体相接触并有测量力存在，如用千分尺测量工件的外形尺寸等；非接触测量是指测量时量具或仪器的测量头与被测物体无直接的机械接触，而是通过其他介质(如声、光、电、气等)与被测体接触来确定被测量的大小，如在电子产品生产中用激光测量工作状态下天线的精度等。常用的非接触测量技术有超声波测量、红外线测量、激光测量、电磁感应测量等。

(撰写：毕明路 审订：周德俭 张为民)

feijingtai bandaoti

**非晶态半导体** non-crystalline semiconductor 又称无定形半导体。不具有长程有序而只具有短程有序的半导体材料。研究得较多的非晶态半导体有以下两类：(1) 四面体结构非晶态半导体，如非晶锗 (α-Ge)、非晶硅 (α-Si)、非晶砷化镓 (α-GaAs) 等。非晶硅中每一个硅原子周围仍是 4 个最近邻的硅原子，且保持着与单晶硅中大体相同的四面体配位结构，而次近邻硅原子排列就比较分散。(2) 硫系非晶态半导体，这类非晶态半导体含有很大比例的硫系元素如 S、Se、Te，它们往往以玻璃态形式存在。非晶硅可制作太阳能电池，转换效率达 14.4%，非晶硒为静电复印机中受光元件，此外在光信息存储中的光盘、电信息存储中的开关器件、摄像管靶等方面也有应用。 (撰写：华庆恒 审订：沈能珏)

feijingtai cixing hejin

**非晶态磁性合金** non-crystalline magnetic alloy 又称金属玻璃或玻璃态合金。采用急冷 ($10^5$～$10^6$ ℃/s) 技术制成的原子非长程有序新型磁性材料。其制造工艺较晶态简单，化学成分变化范围宽，磁性均匀，各向同性，类似玻璃状态，其强度和硬度比晶态合金高，具有良好的韧性，电阻率 $\rho$ 比晶态合金高 3 ～ 4 倍，以 Fe 和 Co 为基的软磁合金的饱和磁感应强度 $B_s$、磁导率 $\mu$ 要高于铁氧体。目前得到重要应用的主要有三种：(1) 过渡金属 (TM)—类金属 (M) 非晶，由 80% 的 Fe、Co 或 Ni 与 Si、B、C、P 等非金属元素组成，在室温下具有很强的铁磁性，可制成薄带和细丝状；(2) 稀土 (RE)—过渡金属 (TM) 合金，由 Gd、Tb、Dy 等与 Fe、Co、Ni 元素组成，在室温下具有亚铁磁性，多以薄膜形态出现；(3) 过渡金属 (TM)—过渡金属 (TM) 合金，一般是 Fe-Zr，Co-Zr 等二元系合金，磁性弱，加 B 后显强磁性。这种合金通常采用真空蒸镀、溅射、电解、沉积液态急冷(快淬)、等离子喷涂、离子注入、电火花腐蚀等方法制成，目前多用快淬法制成薄带、片、丝，用真空蒸镀、溅射法制成薄膜形式。非晶态磁性合金在电力和电子技术中都有广泛应用，是一种节能材料。 (撰写：余声明 审订：沈能珏)

feijingmi jinjin

**非精密进近** non-precision approach 为着陆中的飞机提供航向与距离引导，而不提供下滑斜率/下滑道的标准仪表进近程序。此时，飞机依靠一般的导航设备，例如无方向性信标 (NDB)、甚高频全向信标 (VOR)、罗兰 C 及测距设备 (DME) 等，现在还用 GPS 来引导进近。由于一般导航设备引导的航道较宽，误差较大，不提供垂直方向的引导，故称作非精密进近。 (撰写：孟绍禹 审订：邱致和)

feixianxing moni jicheng dianlu

**非线性模拟集成电路** nonlinear analog integrated circuit 输出信号随输入信号的变化不成线性关系，但也不是开关性质的模拟集成电路。各种半导体器件的特性都呈非线性，如

$I-V$ 特性、$C-V$ 特性等，因此所有使用半导体器件的电子线路的特性严格地说都是非线性的，只是使用条件不同，器件表现出来的非线性程度也不同。在线性电路中，对信号处理时尽量使用器件特性的线性部分。非线性电路则是利用器件特性的非线性部分来完成信号的处理功能。例如大功率放大器、对数放大器、积分器、微分器、模拟乘法器、振荡器、解调器、混频器、倍频器、整流器、有源滤波器、锁相环等都属于非线性模拟集成电路。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

feixiangcan leida

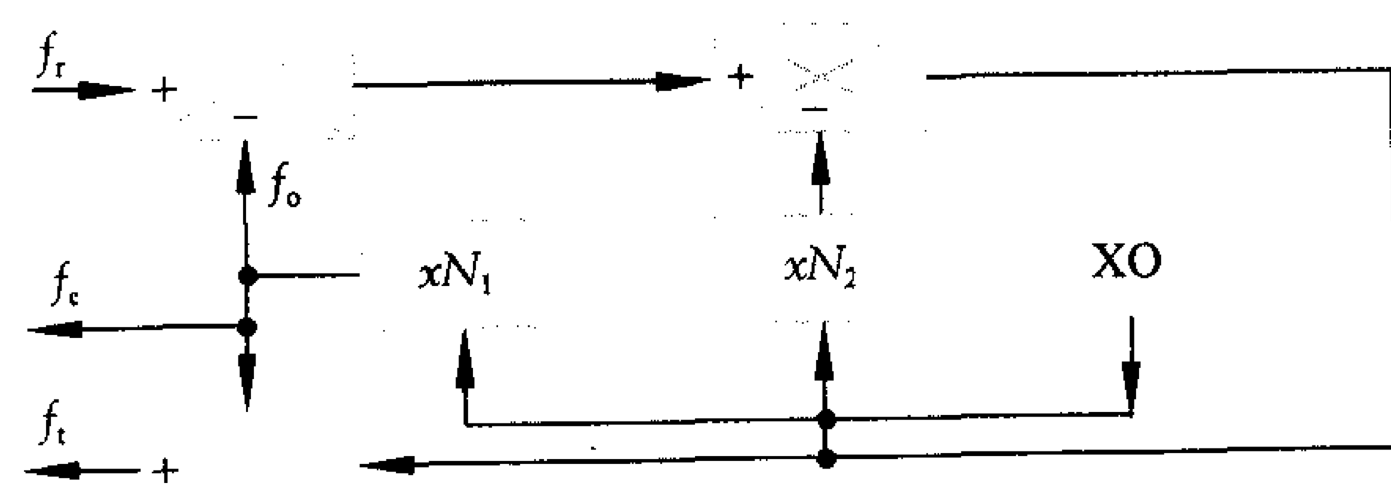
**非相参雷达**　noncoherent radar　在发射信号之间和接收的回波信号之间都未能保持具有一定规律相位关系的脉冲雷达。非相参雷达通常采用自激振荡式发射机，如磁控管发射机。非相参雷达中同一目标的回波信号在相邻工作周期的相位关系是随机的，因此难以提取目标回波中的多普勒信息，不能精确测量目标相对雷达的径向速度，不能进行运动目标显示处理，也不能对目标在多个脉冲重复周期内的回波信号进行相参积累。为充分利用目标回波的能量，只能采用回波信号在幅度检波后进行视频积累的方法检测目标。老式的常规脉冲雷达大部分都是非相参脉冲雷达，在习惯上只称为脉冲雷达。　（撰写：黄为倬　审订：张光义）

feixiangcan zhuanfa yingdaji

**非相参转发应答机**　incoherent transponder　转发与接收信号的相位不相干，相位增量无固定比例关系的应答机。非相参转发应答机含有与接收载频独立的振荡源，由该振荡源倍频或综合产生接收通道的本振信号和转发载波信号，对调制信号的转发有中频转发和解调再调制转发两种方式。一种中频转发非相参应答机的原理见图。图中，XO 为应答机独立的晶体振荡器，$f_r$、$f_t$、$f_c$ 分别为接收载频、转发载频和信标频率，$N_1$、$N_2$ 为倍频次数。频率关系为

$$\begin{cases} f_c = N_1 f_0 \\ f_t = f_r - N_2 f_0 \end{cases}$$

式中 $f_0$ 为独立振荡源的输出频率。接收转发信号的设备可利用 $f_t$ 提取调制信号，利用 $f_t$ 和 $f_c$ 对消 $f_0$ 的漂移以提取载波多普勒信息。




非相参转发应答机原理框图

（撰写：张锁熊　审订：干基磊）

fenbu fankui jiguangqi

**分布反馈激光器**　distributed feedback laser　利用分布反馈原理制成的半导体激光器。使激光介质的增益和折射率呈周期性变化分布在介质长度内，获得光在放大介质内的反射，这个过程称为分布反馈 (DFB)。只要有源区增益满足阈值条件，分布反射的光波就得到加强，形成激光输出。分布反馈方式在半导体激光器中非常有效：增益高，阈值低，易于获得单模单频输出，容易与光纤耦合，特别适宜作集成光路的光源，是半导体激光器的发展方向之一。通过精确控制分布反馈激光器的工作温度或驱动电流就可获得波长精确可调谐的激光输出，调谐范围可达 15 nm，对于远程光纤通信的波分复用有重大意义。　（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

fenbushi ganraoji

**分布式干扰机**　distributed jammer　为掩护特定区域内的目标或在某一区域内制造假的进攻态势，按一定规律布放的噪声干扰机和电子假目标干扰机的总称。对于采用天线旁瓣抑制等空间选择性抗干扰措施和组网技术的辐射源目标，点对点的集中式大功率干扰机不能得到有效的干扰效果。分布式干扰机是一种面对面的干扰机，主要特点是可以从多个方位实施主瓣干扰。它采用多个干扰设备分散放置在敌方辐射源覆盖区域的各个方位上，形成多方向的主瓣干扰区域，因此分布式干扰机具备有效对付雷达、通信、导航等电子系统采用空间选择性抗干扰措施的能力，这是对付低旁瓣天线、旁瓣匿影、旁瓣对消、波瓣自适应调零等抗干扰措施和组网技术的抗干扰措施的有效手段。与集中式大功率干扰机相比，分布式干扰机由于从多个方位对目标实施主瓣干扰，因而具有更好的干扰效果和更高的干扰效率。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

fenbushi gongxiang cunchu

**分布式共享存储**　distributed shared memory　主存储器分布于各处理结点（可以是 1 个或多个处理机）之中的一种共享存储系统。共享存储系统可分为集中式共享存储系统和分布式共享存储系统。集中式共享存储系统，如图 1 所示，存储

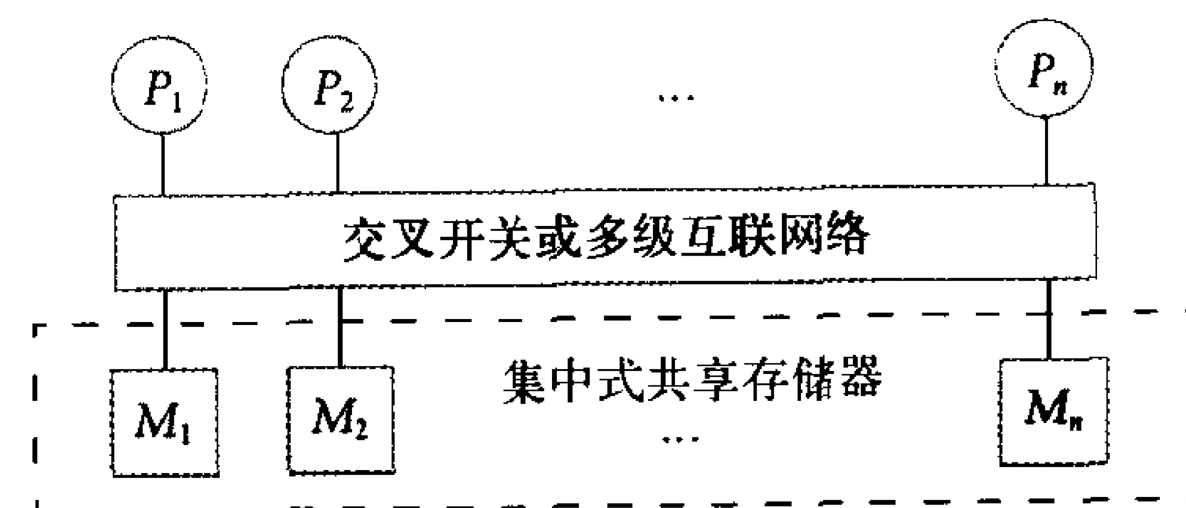



图 1　集中式共享存储系统

器集中在一起（可有多个模块），多个处理机通过总线、交叉开关或多级互联网与存储器相连。其优点是结构简单，处理机间的数据一致性易于维护，因而处理机使用效率较高。它的最大缺点是易成为系统的瓶颈。分布式共享存储系统，如图 2 所示，在每个结点都有主存储器的一部分，各结点通过伸缩性较好的互联网相连。系统中的任一处理机都可通过互联网访问分布在其他结点的主存储器部分。分布式共享存储系统的优点是大大缓解了存储器瓶颈问题，有较好的伸缩性。但带来的问题是：当处理机访问不在本结点的存储单元时，访问延迟很大。另一个难点问题是存储器一致性，即数据一致性问题。　（撰写：张学孝　审订：张全荣）

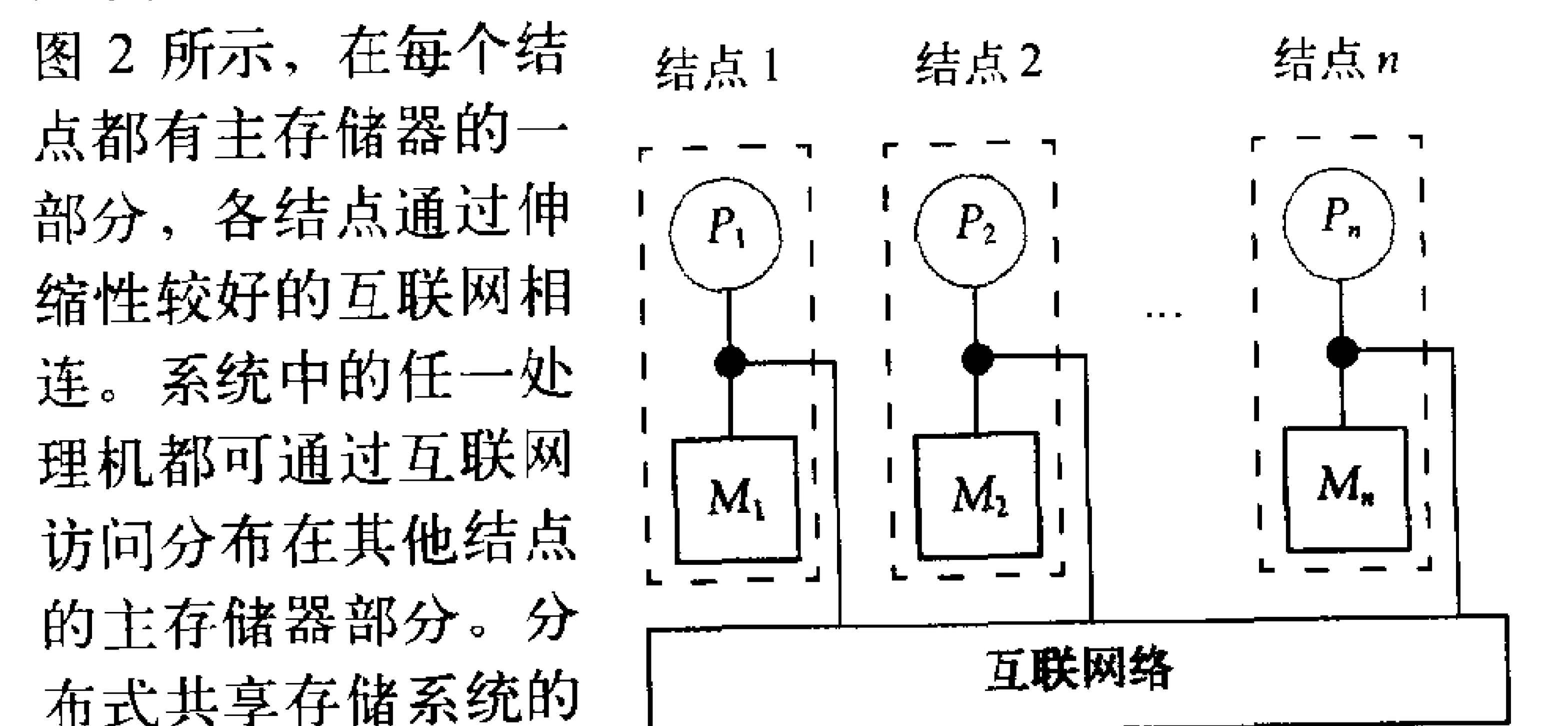
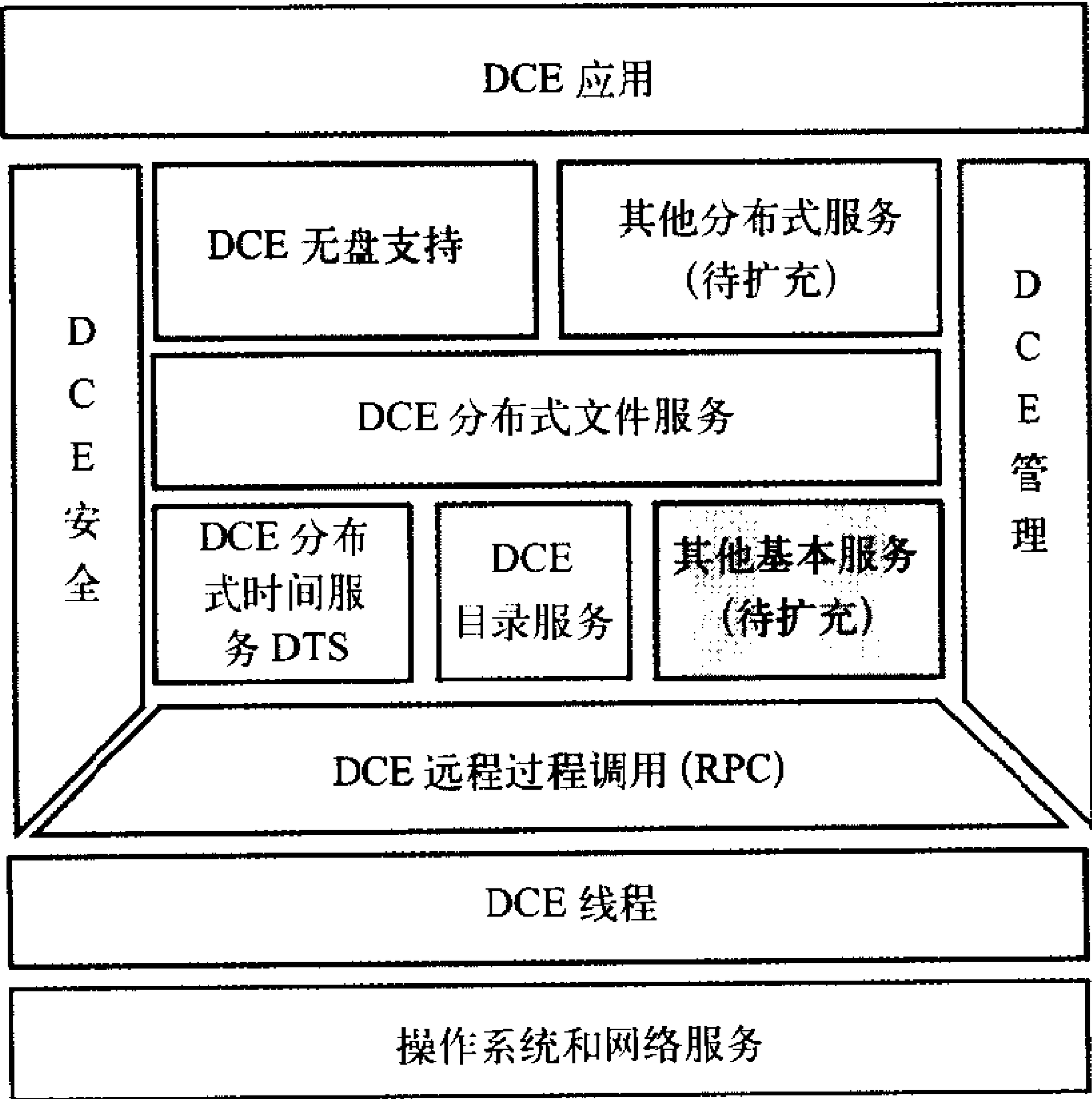



图 2　分布式共享存储系统

fenbushi jisuan huanjing

**分布式计算环境** distributed computing environment (DCE) 一种分布式应用体系结构，由开放软件基金会（OSF）于1992 年发布，它位于操作系统网络层和分布式应用层之间，其结构如图所示。RPC 是基本通信机制，实现客户端和




DCE 的结构图

服务器之间的通信；DCE 目录服务管理用户、机器或其他资源及大量的资源信息库数据，由单元目录服务 (CDS)、全局目录服务 (GDS)、全局目录代理和目录编程接口组成。其中 GDS 实现国际标准的目录服务 (ISO X.500)，提供全局名字空间并把 DCE 单元连接到全球的广域网；实现现代分布式文件的一切特性，功能包括复制数据、日志文件、文件管理等；DCE 安全提供安全通信和对资源的控制存取权；时间服务 (DTS) 确保环境中所有机器的时间与国际时间标准 UTC 同步，实现 DCE 内部时间的统一，以协调事件发生的顺序，避免因时钟的漂移造成误操作，甚至引起系统崩溃；DCE 管理不是单一的组件，而是贯穿在其他组件中，每个 DCE 组件都有管理功能。DCE 的建立大大推动了分布式计算的应用。世界上有不少计算机厂商，诸如 Gradient Technologies、HP、IBM…等开发了各种应用架构。基于 DCE 的安全性和在异构环境中的开放性以及与因特网上的万维网 (WWW) 结合，将使分布式计算有一个诱人的应用前景。

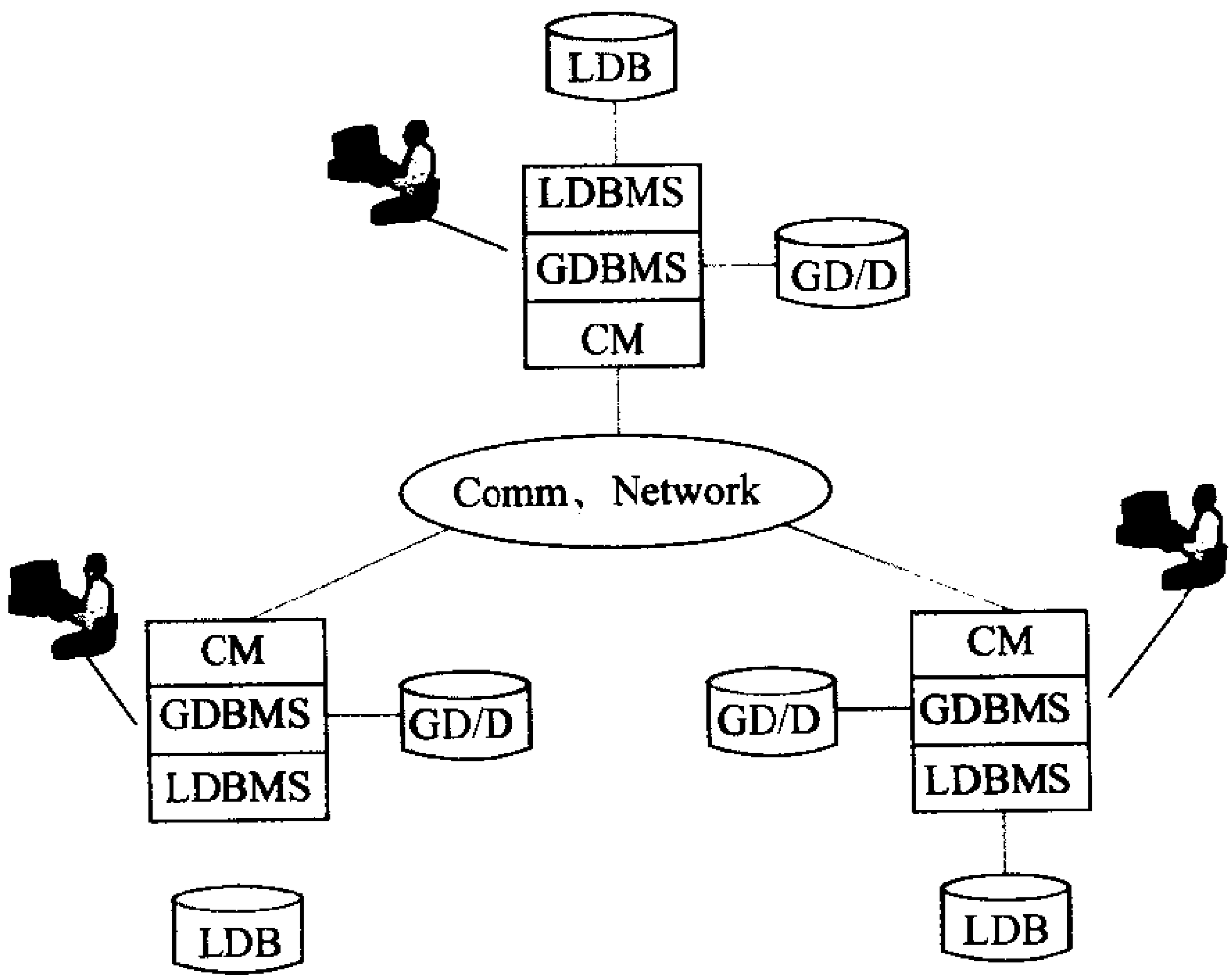
（撰写：邵培南　黄美锋　审订：瞿兆荣）

fenbushi jiaohu fangzhen xitong

**分布式交互仿真系统** distributed interactive simulation (DIS) system 由分布在各地的仿真资源和实物资源组成的、通过通信网络互联以进行大型作战系统的仿真实验，并可实现相互作用的仿真系统。仿真资源包括专业人员、仿真软件、仿真硬件、各种数据库资源、各种网络资源等。实物资源包括作战人员、指挥所、通信系统、各种作战平台（飞机、坦克、舰艇、战车、卫星等）和各种武器（导弹、炮火、雷达等)。分布式交互仿真系统可以应用于对大型作战系统的局部或全局进行性能仿真实验或作战效能仿真实验；可以用于大型作战系统的作战演习和军事训练等。分布式交互仿真系统的优点在于充分利用各地的仿真资源和实物资源，提高重用性、节省大量资金，加快仿真系统的组建和实验速度，并因使用实物资源，提高了仿真的逼真度和仿真效果。分布交互仿真技术最初为仿真网络 (SIMNET) 计划，现在已发展到 DIS+、+ / HLA 体系结构。分布式交互仿真系统也可用于大型民用系统的仿真实验。（撰写：施振明　审订：彭永录）

fenbushi shujuku

**分布式数据库** distributed database (DDB) 指逻辑上属于同一系统而在物理上分布于一个计算机网络的不同节点上的结构化数据集合。分布式数据库在概念上强调数据的分布性和数据库子集的逻辑关联性，它既不同于数据驻留在单一地点的集中式数据库，又区别于一般分散在计算机网络节点上的网络数据库。分布式数据库系统（DDBS）是在局部数据库系统（LDBS）的基础上增加了三个关键成分：全局数据库管理系统 (GDBMS)、全局数据目录/字典 (GD/D) 和通信管理系统 (CM)，其体系结构如图所示。GDBMS 是用户与局部数据库管理系统 (LDBMS)、用户与通信管理系统之间的接口，它接收全局用户的请求，通过查阅 GD/D，判定用户请求的权限并进行其他有关处理。CM 负责 DDBS 中场地间信息的传送，并为分布式数据库提供正确而可靠的通信服务。GD/D 提供分布式环境中数据资源的管理，它是联系用户和系统管理员以及设计、维护和运行分布式数据库的重要工具。分布式数据库系统的主要特征有：(1) 强调局部数据库的自治性和由协调机制控制的数据共享性；(2) 允许数据可冗余地分布在网络节点上，利用副本减少通信代价和增加系统可用性；(3) 数据操纵是全局性事务，具有分布执行和局部结果综合的特征，且分布式数据库状态的一致性和可恢复性必须




分布式数据库系统体系结构图

得到保证；(4) 全局数据查询的优化策略应综合数据分片的语义约束性、事务分解调度的灵活性、分布执行计划的并行性、数据和消息通信代价的折衷性等因素；(5) 系统提供的数据独立性必须综合体现数据分布的逻辑结构透明性、物理存储透明性和分布管理透明性。分布式数据库是分布式数据处理的关键技术之一，可广泛应用在国家数据资源管理、金融信息管理、企业信息化、军事指挥控制、人工智能等领域。

（撰写：余性厚　张亚红　审订：瞿兆荣）

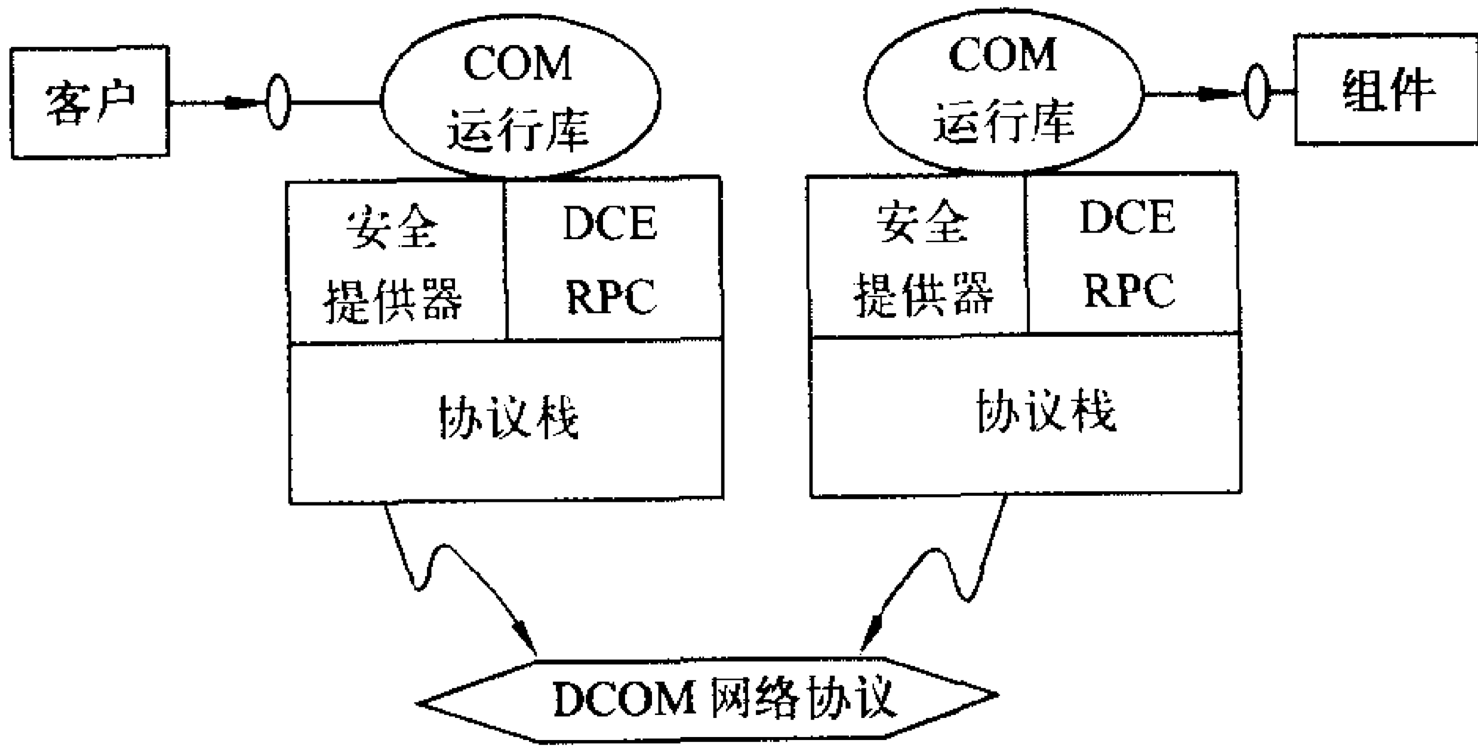
fenbushi yigou jisuanji xitong

**分布式异构计算机系统** distributed heterogeneous computer system 由多种不同的计算平台或应用子系统通过网络连接而成的计算机系统。这里的计算平台（简称平台）指的是计算机硬件系统和操作系统的组合。应用子系统是指计算平台上

支持某一特定应用的软件，例如数据库。异构系统所要解决的关键问题是互操作性，即允许多种平台间的数据通信和程序执行。互操作性可用三种技术来实现：(1) 采用标准接口和协议；(2) 中间件，即用来支持平台间相互作用的软件，它支持平台间的数据通信和程序执行；(3) 用与平台无关的编程工具开发出来的程序可以在不同平台上执行，如 Java。
（撰写：张学孝　审订：张金荣）

fenbushi zujian duixiang moxing

**分布式组件对象模型** distributed component object model (DCOM) 由 Microsoft 公司利用 CORBA 技术实现的一种分布式对象技术规范和服务，是对 COM 标准的分布式扩充。DCOM 在 DCE 的远程过程调用 (RPC) 的基础上，建立一个对象远程调用过程 (ORPC) 层，并建立在 COM 上，提供了一种使 COM 组件加入网络环境的透明网络协议，实现了 COM 对象在网络上的交互。DCOM 模型如图所示。DCOM 通过其网络协议实现了 COM 的无缝扩展，它继承了 COM 的特性，如语言无关性、进程透明性和可重用性等，同时针对分布式环境的特点，提供了一些新的特性，主要有：(1) 适应于分布式应用系统变化的可伸缩性；(2) 在不改变源程序情况下，为适应不同网络环境对系统的可配置性；(3) 在非 Windows NT 平台上具有与 NT 平台兼容的安全提供器；(4) 分布性应用软件的直接开发对网络底层协议的无关性；(5) 在分布式计算环境远程过程调用 (DCE RPC) 基础上建立的平台独立性。DCOM 基于面向对象技术和商业可行性技术，采用自底向上的方式，形成的从网络层到应用接口的完整的事实标准，提高了开发效率。




DCOM 模型图

（撰写：邵培南　晏平　审订：瞿兆荣）

fenji jieshou

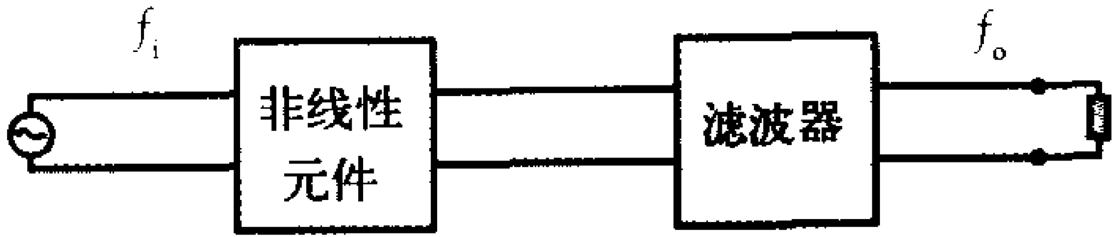
**分集接收** diversity reception 一种能改进无线通信链路性能的接收技术。它通过寻找无线传播环境中多条独立(或至少呈高度不相关)的信号路径，利用无线传播的随机性来改进接收性能。在移动通信信道这类时变信道中，衰落有两种：阴影衰落和多径衰落，采用的分集技术也不同。阴影衰落通常借助宏分集克服，即移动台选择不在阴影区的基站信号，改善接收信噪比。多径衰落主要用微分集，即通常所指的分集技术克服。按照接收端得到相互独立的信号路径的方法，有空间分集、时间分集、频率分集、角度分集和极化分集等分集方法。接收端用上述分集方法取得多条相互独立的信号路径后，可以采用不同的合并技术将信号合并：选择式合并、最大比合并、等增益合并和开关式合并。按接收端实现合并的位置，合并器分检测前合并和检测后合并。在所有合并技术中，最大比合并性能最好，实现时的技术难度也最大。分集接收可以显著提高接收机的输出信噪比和通信可靠性，在现代通信系统，特别是移动通信中，得到了广泛应用。
（撰写：李仲令　审订：李振邦）

fenmibo leida

**分米波雷达** decimeter wave radar 工作波长在 0.15～1 m (频率为 300～2000 MHz) 的雷达。工作波长在 0.3 ～ 1 m 的雷达受气象的影响较小，电波传播损耗较低，在可用的数据更新率情况下可以设计较大的功率孔径积。因此最适宜用于探测外空目标的超远程早期预警雷达。有代表性的早期预警雷达是美国 20 世纪 60 年代初装备的 AN/FPS-49、AN/FPS-50 和 AN/FPS-85 以及我国 70 年代研制成功的相控阵早期预警雷达和超远程精密跟踪雷达。一般要求的全天候全天时工作、活动目标显示性能好、测角精度不高、全寿命费用低的警戒监视雷达也采用这一波段。例如美国的预警机 E-2C 上的搜索雷达 AN/APS-138 和英国 50 年代装备的地基远程监视雷达 S264。工作波长在 0.15～0.3 m 的雷达受气象影响虽然稍大，但对远程雷达尚不严重，因此适宜用于地基、海基、空基和天基角分辨率较高，以及动目标显示性能较好的多功能三坐标雷达。有代表性的雷达是 70 年代美国远程三坐标监视雷达 AN/TPS-59、AN/FPS-117，以及我国 80 年代的远程三坐标雷达。（撰写：王福如　审订：华海根）

fenpinqi

**分频器** frequency divider 使输出信号频率为输入信号频率整数分之一或者是一个简单分数的电子电路或装置。输入频率为 $f_i$ 时，输出频率 $f_o = n / (m f_i)$，$n$、$m$ 为任意正整数，且 $m \geqslant n$。根据分频信号波形的不同，分频器可分为正弦分频器和脉冲分频器两种。正弦分频器是指输入、输出信号均为正弦波的分频装置，如同步分频器、再生分频器等。这种分频器电路简单，但单级分频次数较低；脉冲分频器是




分频器框图

应用元件的开关特性构成的脉冲数字电路。这种分频器电路较为复杂，但易于集成化。分频器的基本组成部分与分频的信号波形有关。对于正弦分频器来说，它是由非线性元件电路和滤波器两部分组成，而对脉冲分频器来说，不用滤波器。如图所示为分频器框图。（撰写：王雁　审订：蒋怡）

fenshuqi

**分束器** beam splitter 将一个光束分为两个或两个以上的分离光束的元件。简单的分束器是一个平行板，一面涂有介质膜或金属膜，它反射入射光的一部分，透过入射光的另一部分。金属分束器界面的厚度将决定光的反射和透过比例。在金属分束器中，相当大的一部分光由金属吸收而损耗。有时需要使反射光束和透过光束在亮度上和颜色上协调。在这种情况下就需要在界面使用一种材料，它使反射和透过的光具有相同的颜色。当表面或界面不能使颜色协调时，可以在一束光中放置一校正滤色器。（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

fenzi dianzixue

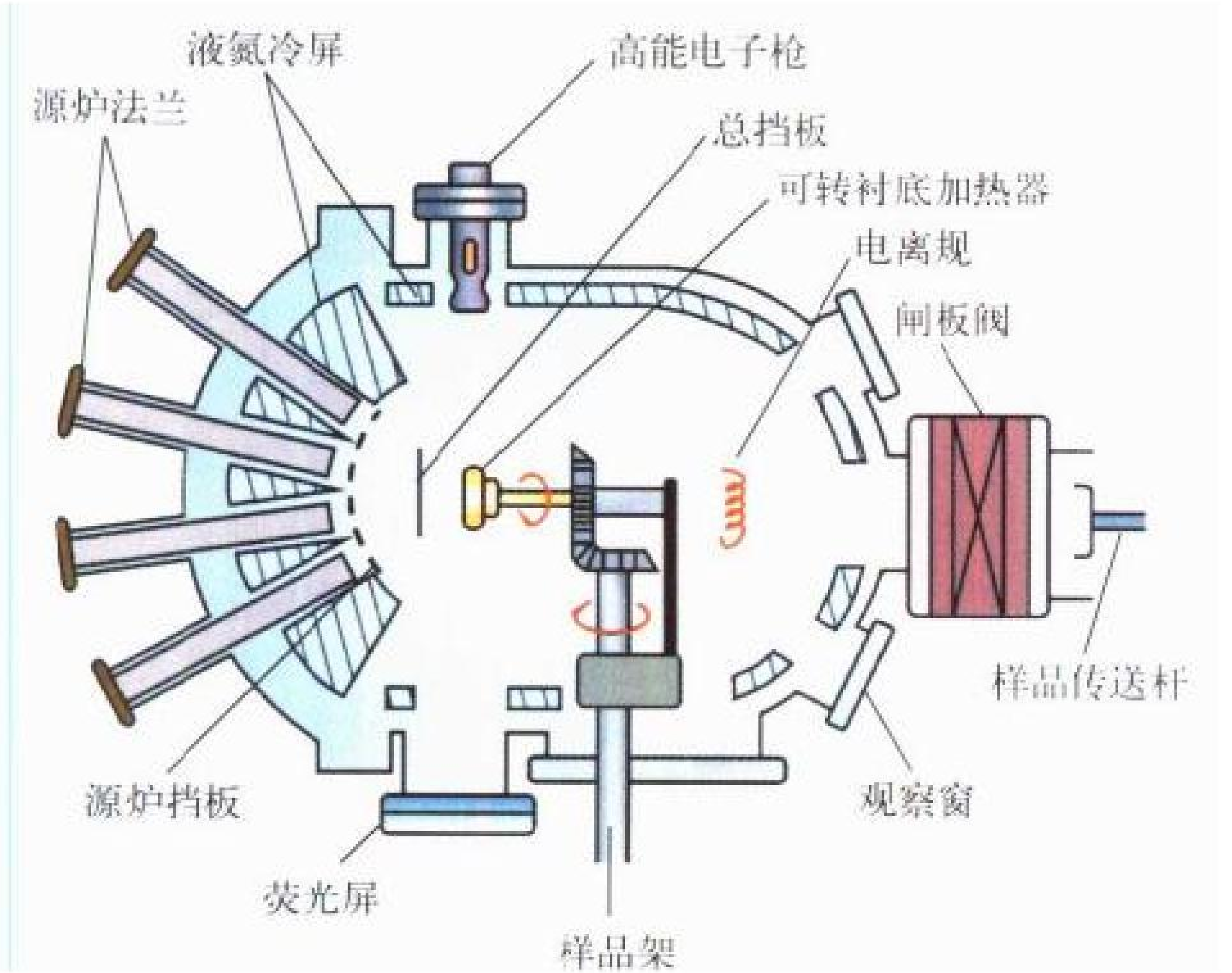
**分子电子学** molecular electronics 研究尺寸小至分子量

级，且具有电子学功能的物质特性、器件理论、模型、设计和应用的一个电子学分支。当物质尺寸小至分子量级时，其界面特性，在分子层上带电粒子、光子、孤子等的存在形式和运动规律，信息和能量转换，分子器件理论、模型和设计等，都与普通电子器件不同，并且复杂得多。分子电子学就是建立在这种微观概念基础上，结合宏观仿生原理，研究分子级器件的工作机理，以及用以构成各种功能电路、逻辑单元，直至计算机系统的理论和方法。例如研究利用分子链导电状态的变化来进行数据存储；连接分子电子器件的分子导线如何将分子器件沟通成为网络；由能完成光、电、磁、热、力、特定化学反应等功能的分子如何构成一个具有化学、物理或电学功能的系统；分子集成电路如何由其功能来定义，以及如何用数学模型与增量电路来描述等。

（撰写：黄史坚　审订：邝心湖）

fenzishu waiyan

**分子束外延**　molecular beam epitaxy (MBE)　在超高真空（小于 $10^{-8}$ Pa）容器内，将一种或数种原子束或分子束喷射到加热的衬底表面并与之相互作用而进行外延生长的方法。设备由进样室、预处理室、生长室和分析室等部分组成（如图所示），室与室之间用阀隔离以保证高真空度和清洁度。源喷射炉可放置欲生长的元素如 Ga、Al、As 及掺杂剂等，各喷射炉之间及整个生长室用液氮冷却，以降低系统本底剩余杂质。高真空系统可获得 $1.3\times10^{-8}\sim2.6\times10^{-9}$ Pa 的真空度。装有四极质谱计监测残余气体，掠射式高能电子衍射仪及俄歇电子能谱检测外延膜表面结构及组分。MBE 的特点为：(1) 生长在超高真空下进行，杂质污染少；(2) 生长速率低（0.1～2.0 μm/h），层厚度精确可控，能生长薄至 1 nm 的超晶格材料；(3) 可随意改变组分和掺杂，适于生长二元、三元或多元化合物以及多层异质结材料；(4) 利用开或关喷射炉挡板，可突然开始或终止生长，得到突变界面和掺杂分布，如 δ 掺杂；(5) 生长温度低（500～600℃），减少了杂质扩散；衬底可旋转，膜均匀性好；(6) 通




MBE 生长室结构示意图

过原位分析可对衬底表面清洁度、生长层晶体结构和组分进行监控。但设备昂贵，维护费用高。MBE 可制作高电子迁移率晶体管及异质结量子阱激光器材料，除 Ⅲ－Ⅴ 族外，对 Ⅱ－Ⅵ 族、Ⅵ－Ⅳ 族等半导体超薄层材料制备也极为有用。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

fenzu jiaohuan

**分组交换**　packet switching　又称包交换。数据或数字信号以信息分组（或称包）为单位，在网络节点进行存储转发的交换方式。分组传输和交换发生在 OSI 模型的第三层（如 X.25）或第二层（如帧中继和 ATM），后者在更低层次上处理，交换节点中省略了流量（拥塞）控制、差错控制等处理，故效率较高。基于路由器的 IP 交换属于另一种类型的分组交换（参见路由器）。一个分组包含有固定格式的分组头，其中携带有寻址所需要的地址信息，如果是面向连接的话，还携带有连接标识信息。分组的最大长度通常是限定的，发送方往往把较长的数据报文分拆成一个个分组发往网上，接收方全部收到后，按照原有顺序组装还原成完整的报文。分组交换以分组为单位进行，根据无连接或面向连接两种方式，分别进行数据报和虚电路两种方式的处理。交换机对收到的分组进行分析，根据分组头携带的目的地址信息或连接标识确定路由，建立或修改路由表信息，确定该分组要去往的输出端口。对于面向连接的分组，需要在分组头中修改到下一站去的新的连接标识。分组在信道上传输时可以采用动态时分复用的方式，具有结构灵活且信道利用率高的优点。但是传统的分组交换对实时性要求高的业务处理明显不如电路交换方式，它更适合于数据业务通信。帧中继快速分组交换、ATM 信元交换已经取得了显著成效，甚至已经不限于数据业务，对图像、话音业务也已经能够提供越来越有效的支持。

**传统分组交换、帧交换和信元交换比较表**

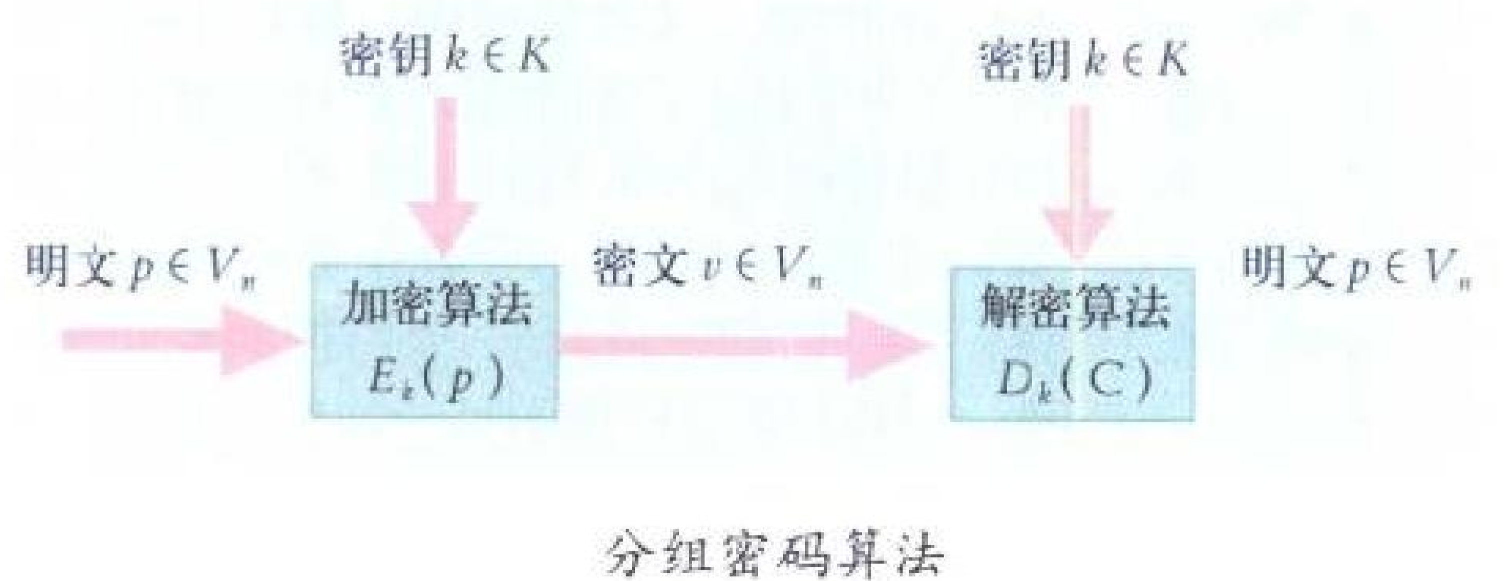
| 性能值　特性<br>类型 | 分组长度 | 每秒吞吐量（分组数） | 交换层次 | 硬件/软件交换 | 差错处理 | 线路类型 | 业务类型 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 传统分组交换（X.25、路由器） | 可变长（分组） | 100～30 k | 第3层 | 软件 | 处理 | 模拟 | 数据 |
| 快速分组交换（帧中继、桥） | 可变长（帧） | 10～100 k | 第2/3层 | 软件 | 仅检测 | 数字 | 数据 |
| 快速分组交换（信元中继、ATM） | 固定长（信元） | 100k～>100 M | 第1/2层 | 硬件 | 仅检测 | 光纤 | 数据<br>声音<br>图像 |

（撰写：汪恩荣　审订：智少游）

fenzu mima

**分组密码**　block cipher　一种加密方法，它把明文消息（报文）划分为一系列具有固定长度的字符串（每个字符串称为一个分组，字符可取自某个约定的字符表），在密钥的作用下每次加密一个分组。历史上最著名的对称密钥密码（如代替密码、置换密码、乘积密码）都是分组密码，目前多数公开密钥密码也是分组密码。对于按比特分组的对称密钥分组密码可定义如下：设 $V_n$ 为 $n$ 比特的向量空间，$K$ 是由一定比特数的密钥向量 $k$ 组成的密钥空间。一个 $n$ 比特的分组密码是函数 $E$：$V_n\times K\rightarrow V_n$，使得对每个密钥 $k\in K$ 和明文 $p\in V_n$，$E_k(p)=C$ 是从 $V_n$ 到 $V_n$ 的可逆映射，C是在 $k$ 下对明文 $p$ 加密产生的密文；逆映射为关于 $k$ 的解密函数 $D_k$（C），如图所示。分组密码具有扩散特性：明文或密钥的任何 1 bit 信息会扩散到整个分组（在某些工作方式下可扩散到多个分组）。因此在经由信道传输密文时，敌方对密文进行篡改、插入、删除等都会使收端无法正确解密而容易被觉察；同样，

信道传输的个别误码也会产生相应的误码扩散，影响数据恢复质量。分组密码比较适用于对格式化数据加密保护，也可用于实现数字签名、数据完整性保护等功能。由于具备多种工作方式，分组密码也可对语音、传真等比特流进行加密。




分组密码算法

（撰写：蒋继洪　审订：穆良知）

fenzu wuxianwang

**分组无线网**　packet radio networks　利用无线媒介作为传输信道的分组交换通信网络。基本特点是：(1) 采用分组交换技术，网络中传输的基本单元是由若干个数据比特组成的数据单元（称为分组），各节点采用存储转发机制来实现分组的相互交换；(2) 采用无线信道，无线信道是一个广播信道，当多个用户同时发送或者他们发送的分组到达接收节点的输入端时，如果时间上重叠（称为碰撞）就会造成分组传输错误，因而通常需要合适的共享信道的机制来解决碰撞。常用的共享机制有时分多址、码分多址和随机多址等。分组无线网通常能够自动寻找到达目的节点的最佳路径，并能自动适应网络中节点的移动和状态的变化。分组无线网自 20 世纪 70 年代提出 ALOHA 系统以来得到了迅速发展，典型的系统有：DARPA 的低成本分组无线电 (LPR) 网，蜂窝数字分组数据 (CDPD) 系统，通用分组无线电系统 (GPRS)，我国研制的自组织多信道分组无线电网和低速分组无线网等。分组无线网可广泛应用于战术数据通信，是因特网的重要接入手段。

（撰写：陈家模　审订：李建东）

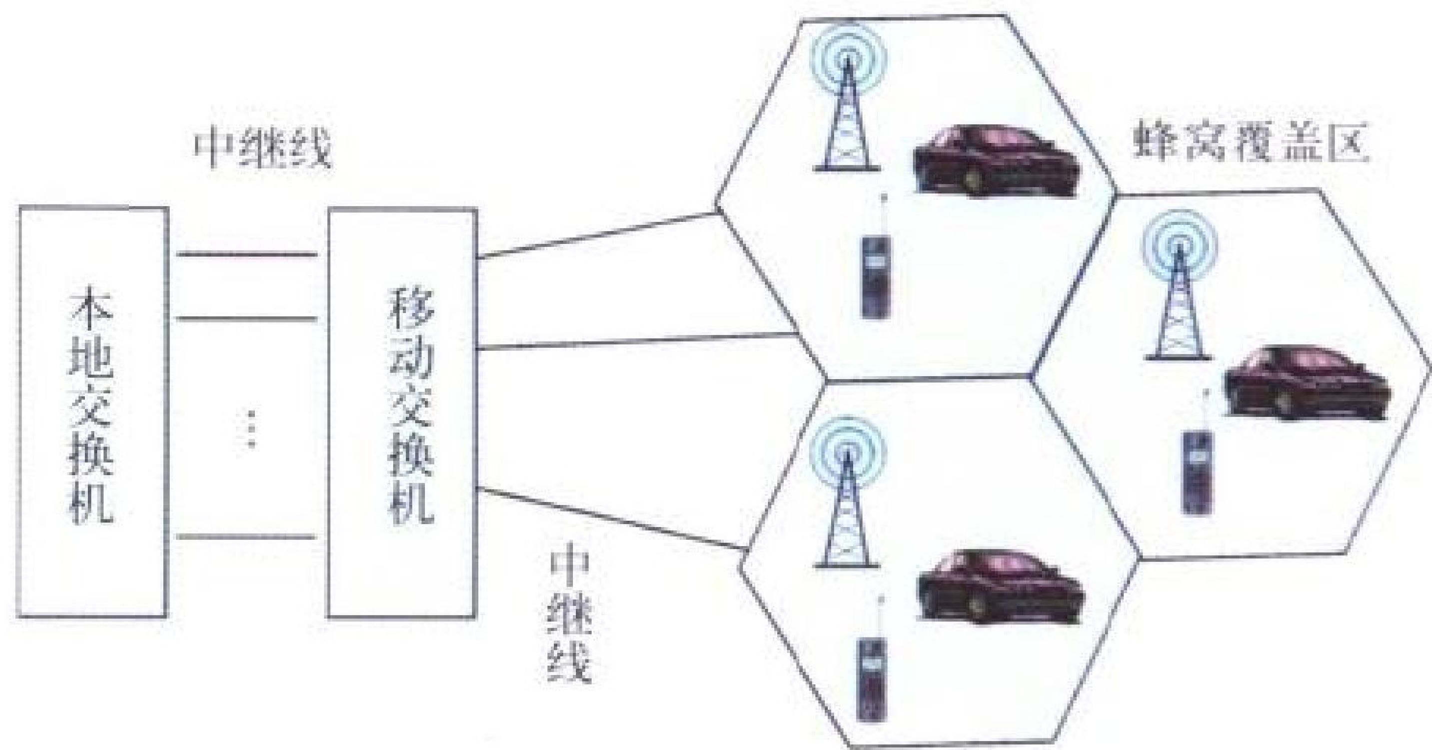
fengzhi gonglüji

**峰值功率计**　peak power meter　用于测量脉冲调制信号的功率的仪器，其显示方式类似于示波器，可以提供测量结果与时间关系的显示。传感元件通常是一个二极管，它能提供快速的输出响应时间 (10 ns)，响应调制信号的包络，使用这类传感器的功率计具有载波功率计和示波器相结合的特点。这类传感器对信号谐波的作用较为敏感。

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

fengwo tongxin xitong

**蜂窝通信系统**　cellular communication system　将整个通信服务区划分为许多称为蜂窝的较小区域，用小功率发射机来覆盖每个小区，用许多小区覆盖整个服务区构成的移动通信系统。蜂窝通信系统是目前全球规模最大、用户最多、发展最快的公众移动通信系统。蜂窝通信系统的特点是：在同一服务区内，不同的小区可以使用相同的频率，实现了频率再用，从而大大增加了系统的容量。蜂窝通信系统的基本小区类型有（$r_0$ 为小区半径）：超小区 ($r_0 > 20$ km)、宏小区 ($r_0 = 1 \sim 20$ km)、微小区 ($r_0 = 0.1 \sim 1$km)、微微小区 ($r_0 < 0.1$ km)。一般来说，小区直径越小，系统容量就越大。蜂窝通信系统一般由移动台、基站分系统、交换与网络分系统、操作与支持系统构成，如图所示。以 AMPS 和 TACS 为代表的第一代蜂窝移动系统是模拟系统；以 GSM 和窄带 CDMA 为代表的第二代蜂窝移动系统是数字系统；蜂窝移动通信系统正在走向以传输多媒体业务为主要特征的 IMT-2000 第三代移动通信系统。

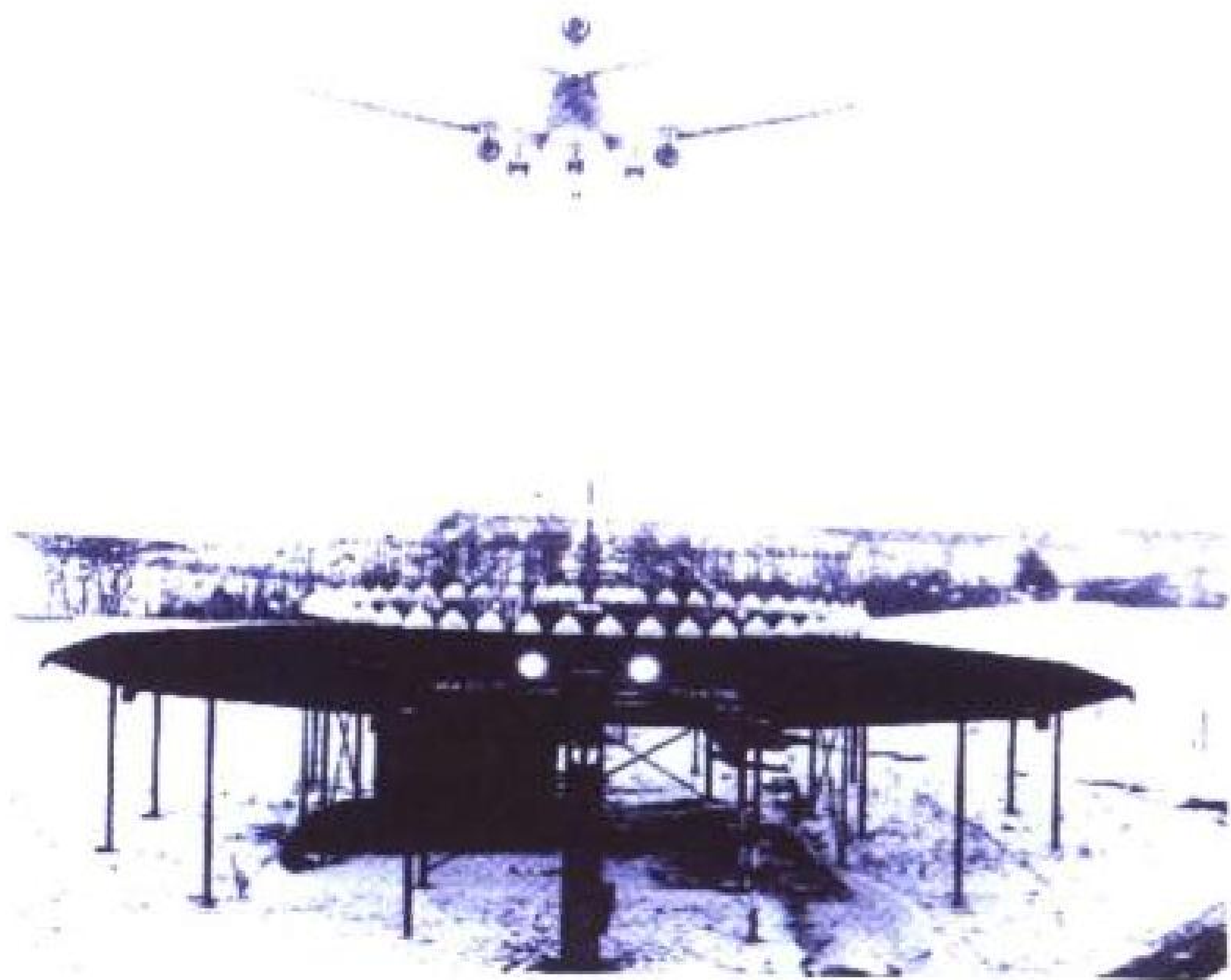



蜂窝移动通信系统组成

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

fu'er

**伏尔**　VHF omnidirectional range (VOR)　又称甚高频全向信标。为民航飞机提供相对于地面台方位的无线电导航系统。　它是第二次世界大战后期发展起来的，是国际民航组织的标准航空导航系统。伏尔工作在 108 ~ 118 MHz 频段，为连续波工作体制。伏尔地面台天线方向图为旋转着的心脏形。当飞机相对于地面台处于不同方位时，飞机上伏尔接收机所收到的 30 Hz 的幅度调制信号与基准信号相比具有不同的相位，从而为飞机指示出相对于地面台磁北的方位。伏尔地面台的预测精度为 ±1.4°，对 10000 m 高度的飞机覆盖半径大约为 370 km。为了克服场地内地形地物对 VOR 的影响，在伏尔的基础上发展了多普勒伏尔 (DVOR)。多普勒伏尔的天线系统由一个中央无方向性天线和以它为中心、半径



多普勒伏尔 (DVOR) 地面台天线

为 6.6 m 的圆周上均匀排列的 48 ~ 50 个天线组成，如图所示。DVOR 天线孔径为工作波长的 5 倍，而 VOR 天线孔径为工作波长的 0.5 倍，因此，场地影响造成的 DVOR 误差相对于 VOR 将减小至 1/10，提高了系统的精度。伏尔通常与测距器配合使用，合装在一起叫做伏尔/测距器台，同时为飞机提供相对于地面台的方位和距离信息。伏尔系统用于航路导航，也可在机场作为非精密进近引导。

（撰写：丁群　审订：邱致和）

fuwuqi

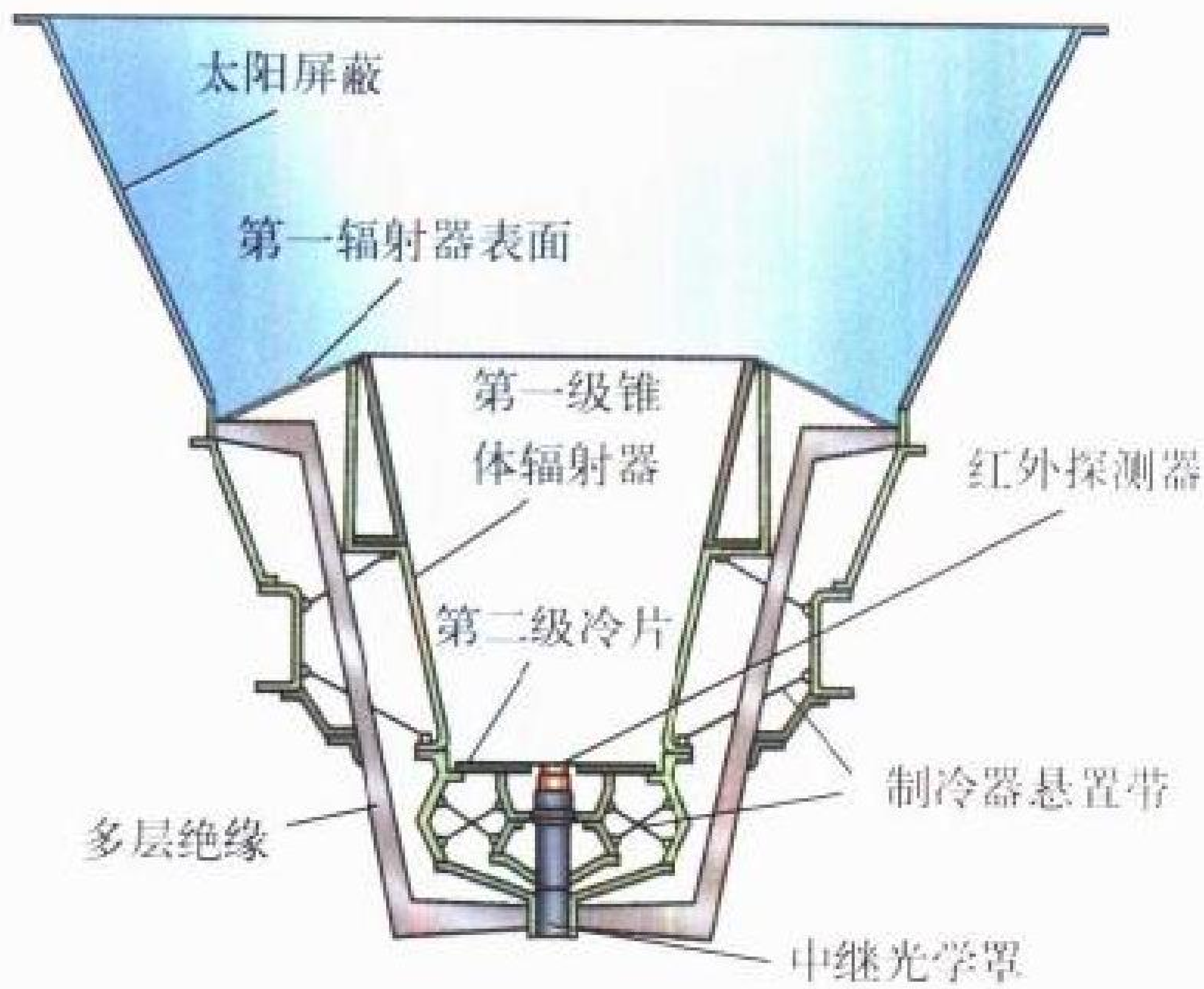
**服务器**　server　在网络环境中或在客户/服务器结构的分

布式处理环境中，为客户的请求提供服务的计算机。服务器是相对于客户请求而言的，客户是服务器的服务对象。一个系统中可以配置多个服务器，有的提供相同的服务，有的提供不同的服务。在某种应用情况中的服务器，也可能在另一种应用情况中成为客户。服务器可以是微型计算机、小型计算机甚至大型计算机。服务器可提供文件、数据库、打印、通信、安全、保密、系统管理、网络管理、浏览等各种各样的服务，所以服务器应用广泛，随处可见。服务器的主要特点是：(1)服务器只是在客户的请求下才为其提供服务，而不主动为客户提供服务；(2)透明性，服务器对客户完全透明，一个与服务器通信的客户不必知道服务器的存在及其工作情况；(3)高性能、高速度、大容量、高可靠性及可伸缩性。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

fushe zhilengqi

**辐射制冷器** radiation cooler 根据宇宙空间超低温和超高真空的环境(相当于一个温度低于4 K的黑体)，利用辐射传热原理进行制冷的装置。它包括辐射器、太阳屏蔽罩、探测器(见图)。辐射制冷器是靠辐射传热制冷的，是一种不需要



辐射制冷器结构示意图

任何动力、无振动、高可靠、长寿命的被动制冷器，成功应用于卫星的红外探测器制冷，需要注意的是不能使辐射器对着太阳等热源，所以卫星要有姿态控制装置。辐射制冷器制冷温度可以达到100～200 K，制冷功率为数毫瓦到数十毫瓦。

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

fuzhu cunchuqi

**辅助存储器** auxiliary memory 简称辅存、外存。在计算机存储系统中不直接向中央处理器提供指令和数据的各种存储设备。辅助存储器是相对主存储器而言的，主存储器存取速度快，但容量相对较小。辅助存储器的存储容量大，存储1个数据所需的费用低，在存储系统中起扩大容量的作用。一个计算机系统的辅助存储器由一种或多种存储器组成。其中，磁盘存储器、光盘存储器是直接存取的设备，存取时间短，存储容量大，是辅助存储器的主要设备。磁带存储器是顺序存取的设备，存取时间较长，联机存储容量比磁盘小，但它易于脱机存放，可和其他计算机的磁带互换使用，往往用于存放长期保存的数据。数据在辅助存储器设备上是以记录块为单位存放的。存取时，按中央处理器给出的块地址找到所需的记录，以成块方式与主存储器交换数据。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

fuzhu hangkong daohang xitong

**辅助航空导航系统** supplementary air navigation system 对于给定的飞行阶段或飞行操作，必须满足精度和完好性要求，而对其可靠性和连续性不作要求的航空导航系统。辅助航空导航系统只能与主要或惟一航空导航系统联用。在使用时，只要辅助导航系统是满足精度和完好性要求的，便不用与同机的主要导航系统作横向校验。辅助系统中可包含一种传感器，也可包含多种传感器，而且这些传感器可以是不同类型的。例如美国联邦航空局已批准GPS在本土航路、终端区和非精密进近等阶段作为辅助导航系统，而主用导航系统是伏尔/测距器。

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

fuhe ganrao

**复合干扰** compound jamming 通常是指对被干扰雷达同时实施有源干扰和无源干扰的一种电子干扰。复合方式有两种：(1)混合式复合干扰，即无源干扰和有源干扰各自对被干扰雷达同时实施干扰；(2)转发式复合干扰，即以箔条云作为有源干扰的中继转发站，对被干扰雷达同时实施有源干扰和无源干扰。转发式复合干扰可以使一部有源干扰机同时干扰不同距离、不同方位的多部雷达，可干扰利用地势隐蔽的雷达，可保护有源干扰机及其载体免遭敌方导弹和炮弹的攻击。复合干扰战术应用简单、容易实现，能有效地使多种干扰配合使用，是自卫干扰和支援干扰的有效手段。

（撰写：王　儒　审订：徐国范）

fuhe tiaozhi ganrao

**复合调制干扰** compound modulation jamming 对干扰信号进行两种以上的调制所形成的干扰。复合调制干扰主要包括调幅调频干扰和调幅调相干扰。在调幅调频干扰中，干扰信号的幅度和频率均随调制波形而相应变化；而调幅调相干扰则是干扰信号的幅度和相位均随调制波形相应变化。由于单一调制的干扰样式都有各自的优缺点，采用复合调制干扰可以充分发挥每种调制干扰的优势，克服所存在的不足。复合调制干扰兼有几种调制干扰样式的特点和干扰效果，对威胁信号的压制性更好。（撰写：王　燕　审订：索以宾）

fuza zhilingji jisuanji

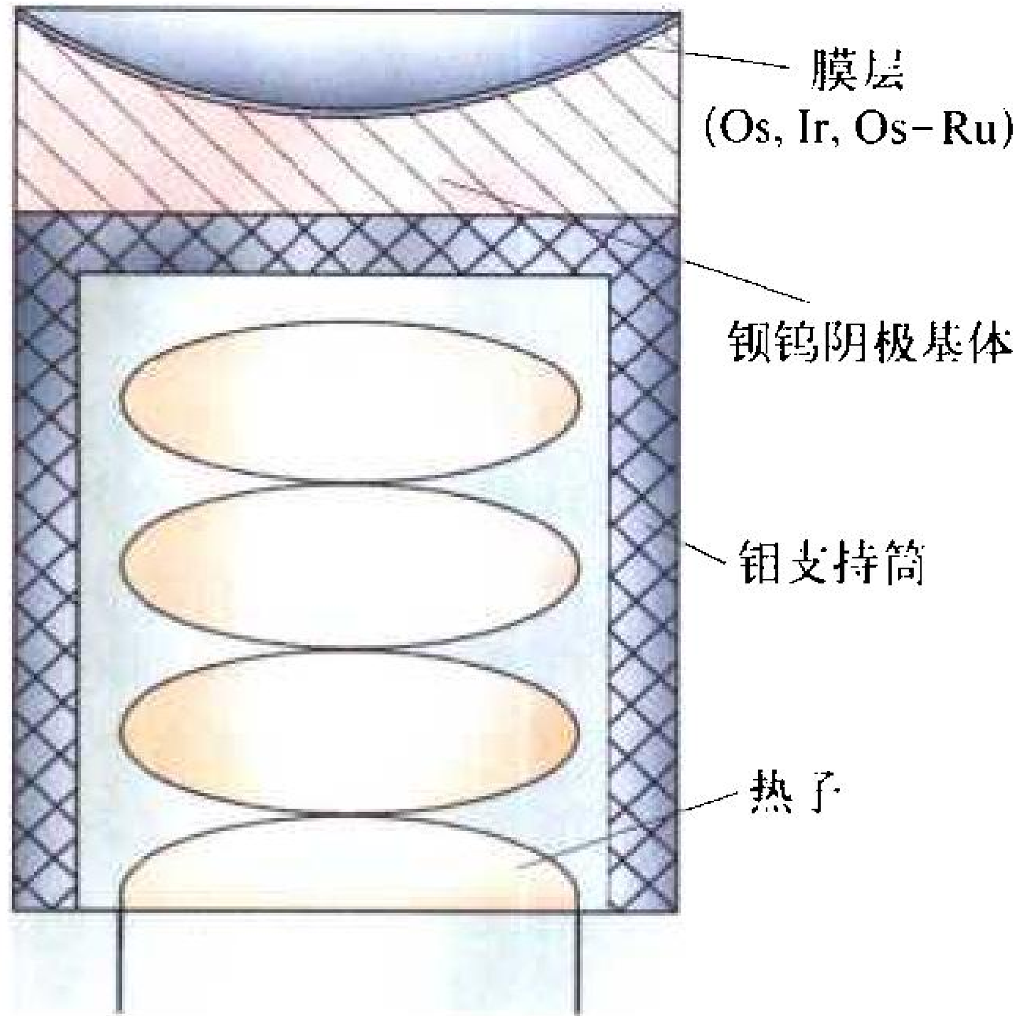
**复杂指令集计算机** complex instruction set computer (CISC) 以微程序技术为基础的、具有较复杂指令系统的计算机。复杂指令集计算机是相对于精简指令集计算机（RISC）而言的。在20世纪60年代到80年代初期这一阶段中，以微程序控制器为基础的处理机占主流地位。自80年代初、中期以后，采用硬连线控制器，且具有精简指令集的RISC处理机问世并迅速发展，把过去二十多年中的传统的指令系统比较复杂的计算机称为CISC，其处理机称为CISC处理机。CISC与RISC实际上反映的是设计思想。具体实现时这两者的界线并不一定十分明确，如现代RISC产品中仍设置一些复杂指令，这些复杂指令的执行控制依旧采用微程序技术，如Intel 80960 CA。此外，一些CISC处理机也采用RISC设计思想，以减少执行一条指令所需的时钟周期数，如Intel 80486，或者逐步向RISC产品过渡，如Intel pentium已采用了RISC范畴的超标量结构、多流水线结构和加强编译优化技术等。

（撰写：李三立　修订：张学孝　审订：张金荣）

fumo yinji

**覆膜阴极** film-coated cathode, M-cathode 利用射频溅射或等离子体溅射等工艺方法在普通钡钨阴极表面涂敷一层和基体结构或成分不同的膜层所形成的一种新型阴极。根据不同的膜层成分一般分为锇膜阴极、铱膜阴极和锇钌膜阴极等。实验发现将逸出功比钨高的金属如铼、铱、锇等覆盖在普通钡钨阴极表面后，则这种阴极的逸出功大大降低。目前在微波管、显像管等真空电子器件中应用广泛。与普通钡钨阴极相比，其优点是工作温度低（50～100℃），发射电流密度大，抗中毒能力强；缺点是随着膜层和基体互相扩散，其发射性能逐渐恶化。近年来发展了各种复合膜阴极，使其性能进一步提高。典型的覆膜阴极结构如图所示。






典型的覆膜阴极结构示意图

（撰写：邵文生　审订：廖复疆）




GaInAsP jiguangqi

**GaInAsP 激光器** GaInAsP laser 以 GaInAsP 材料为有源区制成的半导体激光器。不同组分的 GaInAsP 激光器可采用不同的限制层和衬底，相应的发射波长如表所示。

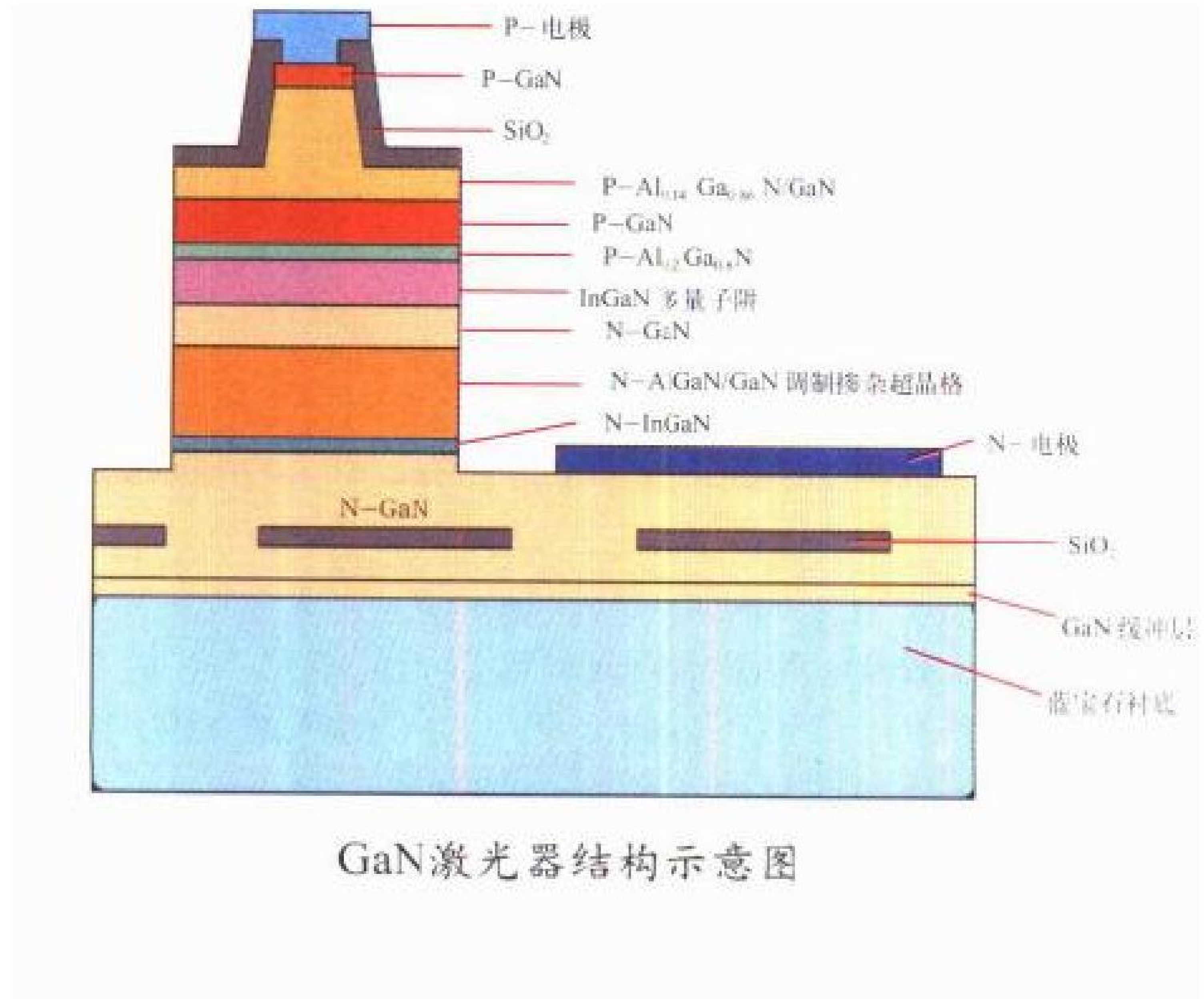
**不同组分的 GaInAsP 激光器的有关参数**

| 有源区 | 限制层 | 衬底 | 发射波长 |
|---|---|---|---|
| GaInAsP | GaInP | GaAs | 0.67～0.90 mm |
| GaInAsP | GaInP | GaAsP | 0.60～0.89 mm |
| GaInAsP | AlGaInP | GaAs | 0.67～0.89 mm |
| GaInAsP | AlGaAs | GaAs | 0.65～0.89 mm |
| GaInAsP | InP | InP | 0.90～1.80 mm |

其中，采用 InP 作限制层和衬底的 GaInAsP 激光器波长范围包括光纤最低损耗波长(1.55 μm)和光纤材料最低色散波长(1.3 μm)，使之成为光纤远距离通信应用的优选激光器。在0.67～0.89 μm 波段，目前广泛使用的是 AlGaAs/GaAs 半导体激光器，但在较高功率应用时出现暗线缺陷，导致器件使用寿命缩短。有研究表明暗线缺陷的形成与有源区中含铝元素有关，因而采用无铝的 GaInAsP 有源区是上述问题的解决方案之一。 （撰写：刘兴新 审订：梅遂生）

GaN jiguangqi

**GaN 激光器** GaN laser 基于 GaN 材料制成的半导体激光器。其有源区是 InGaN 多量子阱，限制层为 AlGaN 和 GaN 材料，其结构如图所示。GaN 激光器的输出波长在绿光—紫光波段，是输出波长最短的半导体激光器，通过调节




GaN激光器结构示意图

InGaN 材料的组分可调节其输出波长。采用 GaN 激光器进行光存储，将大幅度提高存储信息量，例如 DVD 采用蓝光存储比用原来红光存储的存储信息量提高 2.5 倍。GaN 激光器还在光照明、平面显示中有广阔的应用前景，在原子光谱分析等基础研究中及拉曼光谱技术、显微技术、干涉测量技术、全息技术中也将有重要应用。

（撰写：刘兴新 审订：梅遂生）

GaN weibo gonglü qijian

**GaN 微波功率器件** GaN microwave power device 使用宽禁带半导体材料 GaN 研制的高效率大输出功率的微波功率器件。GaN、AlGaN 等 Ⅲ－N 材料的禁带宽度分布于 2～6.0 eV 之间，为直接带隙材料，其微波、光电特性良好。用它制造微波功率器件可以提高器件的功率密度，增强器件的抗辐照能力。用生长在蓝宝石上的 GaN 材料制成的微波功率器件，单位栅宽输出的功率密度达 6.5 W/mm；利用 SiC 的高导热性能，已研制出以 SiC 为衬底的 AlGaN/GaN 异质场效应晶体管(HFET)，其功率密度已达 9.8 W/mm，是目前单位栅宽输出功率最高的器件，它在航空、航天电子设备中可以大幅度地减小功率发射机的体积和重量，大幅度地提高可靠性和抗辐照能力，军用前景十分广阔。

（撰写：曹春海 审订：林金庭）

GLONASS weixing daohang xitong

**GLONASS 卫星导航系统** GLONASS satellite navigation system 前苏联开始建造的卫星导航系统。1994 年 12 月由俄罗斯完成包括 24 颗卫星的星座发射。它可全天候向全世界用户提供三维位置、三维速度以及精确的时间信息。它的覆盖范围包括全球海、陆、空以及部分外层空间。GLONASS 是由俄罗斯国防部控制的军民共用系统，它由空间段、地面段和用户设备三部分组成。空间段由 24 颗卫星组成，均匀分布在与地球赤道成 64.8° 的 3 个近圆轨道面上，卫星离地高度为 19100 km，轨道周期为11 h 15 min。GLONASS 采用频分多址(FDMA)方式工作。每颗卫星的工作频率不同。卫星在 L1 (1602 ～ 1609 MHz) 和 L2 (1246～1251 MHz) 两个频段上发播导航信息。地面跟踪站分布于前苏联境内，主控站位于莫斯科附近。地面段完成卫星星历、历书和时钟修正信息的制备，并上行发送给各卫星。GLONASS 用户设备接收卫星辐射的导航信号，并计算出用户的三维位置、三维速度和时间。GLONASS 也提供两种级别的导航服务，民用用户只能使用调制在L1频率的民用码，水平定位精度约为 25m (2 drms)，军用接收机可利用 L1 和 L2 上的军用码进行高精度的双频定位，水平定位精度优于 20 m (2 drms)，目前因 GLONASS 卫星失效而未得到及时补充，使星座不够完整。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS GLONASS shuangyong jieshouji

**GPS / GLONASS 双用接收机** GPS / GLONASS dual-used receiver 能够同时接收 GPS 卫星和 GLONASS 卫星信号，并用 GPS 和 GLONASS 进行单独或组合定位的用户设备。相对于单独使用 GPS 或 GLONASS 信号的接收机，双用接收机的连续性和可用性更好，精度更高。这种接收机一般有至少 4 个 GPS 通道和 4 个 GLONASS 通道，其数据解码及提取部分分别适应 GPS 和 GLONASS 的信号特征及格式。为实现 GPS 和 GLONASS 信号的同时接收，接收机的天线及前置放

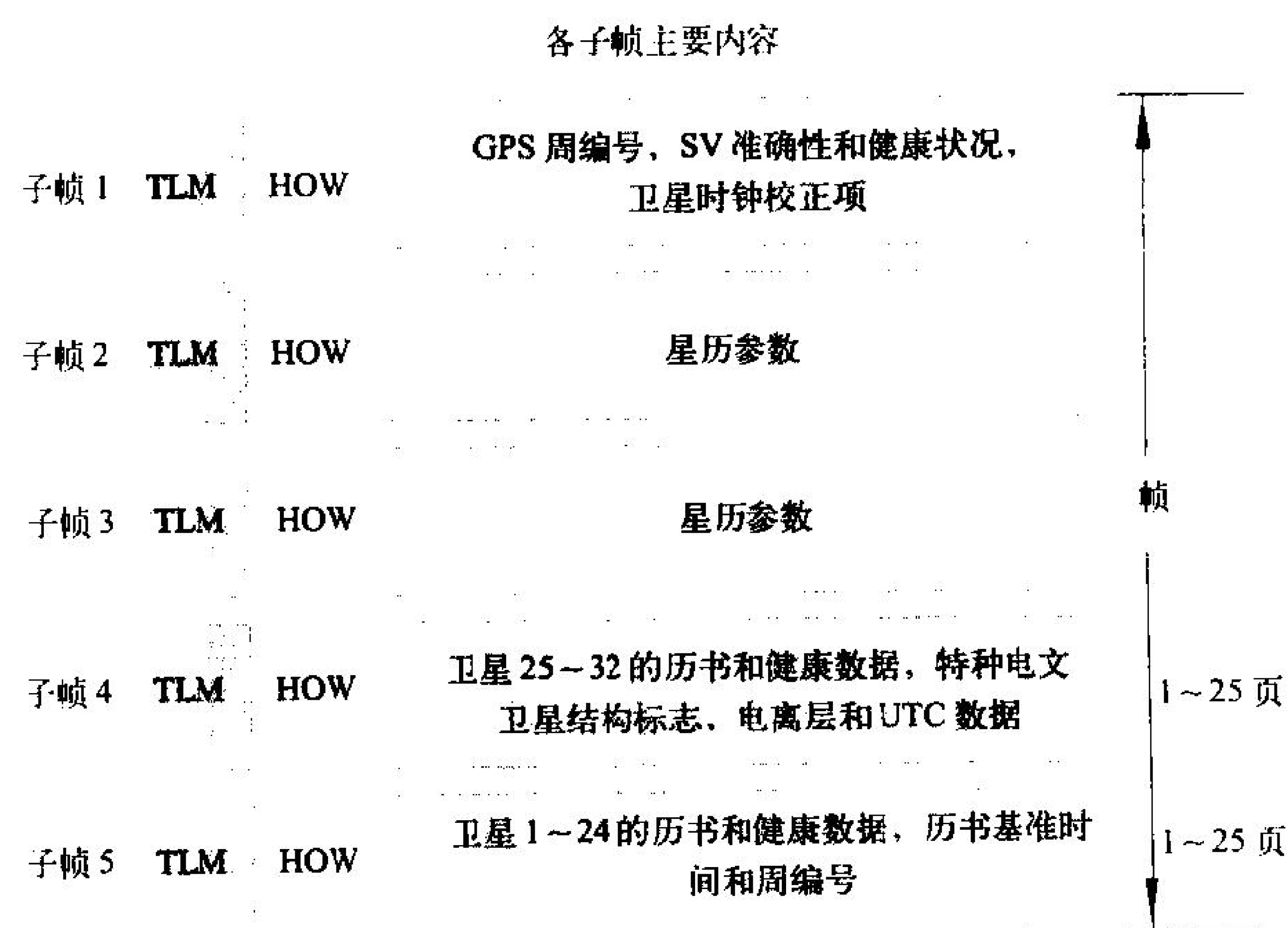
大器要能够覆盖两种卫星信号的载频频段。双用接收机在综合利用GPS和GLONASS卫星信号定位时，还必须实现GPS所用WGS-84坐标系与GLONASS所用的PE-90（PZ-90）坐标系之间的转换。另外，由于GPS和GLONASS的时系并不同步，一般需5颗或更多的卫星才能完成位置和时间解算。 （撰写：丁群 审订：邱致和）

GPS INS zuhe daohang

**GPS / INS 组合导航** GPS / INS integrated navigation 将GPS和惯导（INS）这两种全球、全天候工作的导航系统组合起来，充分发挥它们各自的优点、又弥补相互间的不足的一种导航系统。惯导是一种不依赖于外部信息、又不发射电磁波的自主式导航系统，隐蔽性好、抗干扰，而且还具有数据率高、短期精度高和连续性好等优点，但有定位误差随时间积累以及使用前需要较长初始对准时间等缺点；GPS能够长时间地提供高精度的定位信息，但却存在着易受电子干扰影响和信号有可能被遮挡等缺点。通过卡尔曼滤波，将两种系统组合起来，可产生比任一系统单独使用时均要好的性能。组合把GPS长期精度高和惯导短期精度高的优点结合起来，且使输出速率达到惯导的速率。在因干扰或其他原因使GPS信号中断时，惯导可保持系统继续工作，在GPS信号恢复后，惯导能够帮助GPS接收机快捷地重新捕获GPS信号。GPS则可使惯导实施空中对准，提高了快速反应能力。另外，惯导对GPS的速率辅助，还可使GPS接收机跟踪环路的带宽取得较窄，增强了GPS接收机的抗干扰能力。GPS/INS组合导航系统有两种组合方式："松耦合"组合方式是用位置和速度信息进行组合，其优点是易于工程实现，且使导航信息有一定冗余度，这种方式常用于平台上已有惯导而只需加装GPS的情况；"紧耦合"组合方式是把两种设备装在一个底盘上，用伪距、伪距率进行组合，不仅组合精度高、而且能把组合潜能充分发挥出来，是一种深层次的组合方式。 （撰写：谢洪华 审订：邱致和）

GPS daohang dianwen

**GPS 导航电文** navigation message GPS卫星播发给用户的信息。导航电文包括GPS卫星状态、卫星星历、卫星历书、卫星钟偏差校正参数、时间信息以及电离层延时模型参数等内容。每个GPS卫星在其L1和L2频率上以50 b/s的速率播导航电文。一个完整的导航电文包括25帧，每帧包含1500位数据，每帧又分为5个300位的子帧，而每个子帧又由10个30位的字组成。以50 b/s的速率播发，传输一个子帧，需6s，一帧需30s。播发一个完整的导航电文需12.5 min。每帧中的第1、2、3子帧的内容一般相同，每30s重复一次。1～25帧中，第4和第5子帧内容不同（每帧的第4和第5子帧构成1页，共25页），需12.5 min才会重复。卫星播发的导航电文中，子帧1、2、3的数据每小时更新一次，子帧4和子帧5的数据仅在给卫星注入新的导航数据后才进行更新。 （撰写：丁群 审订：邱致和）



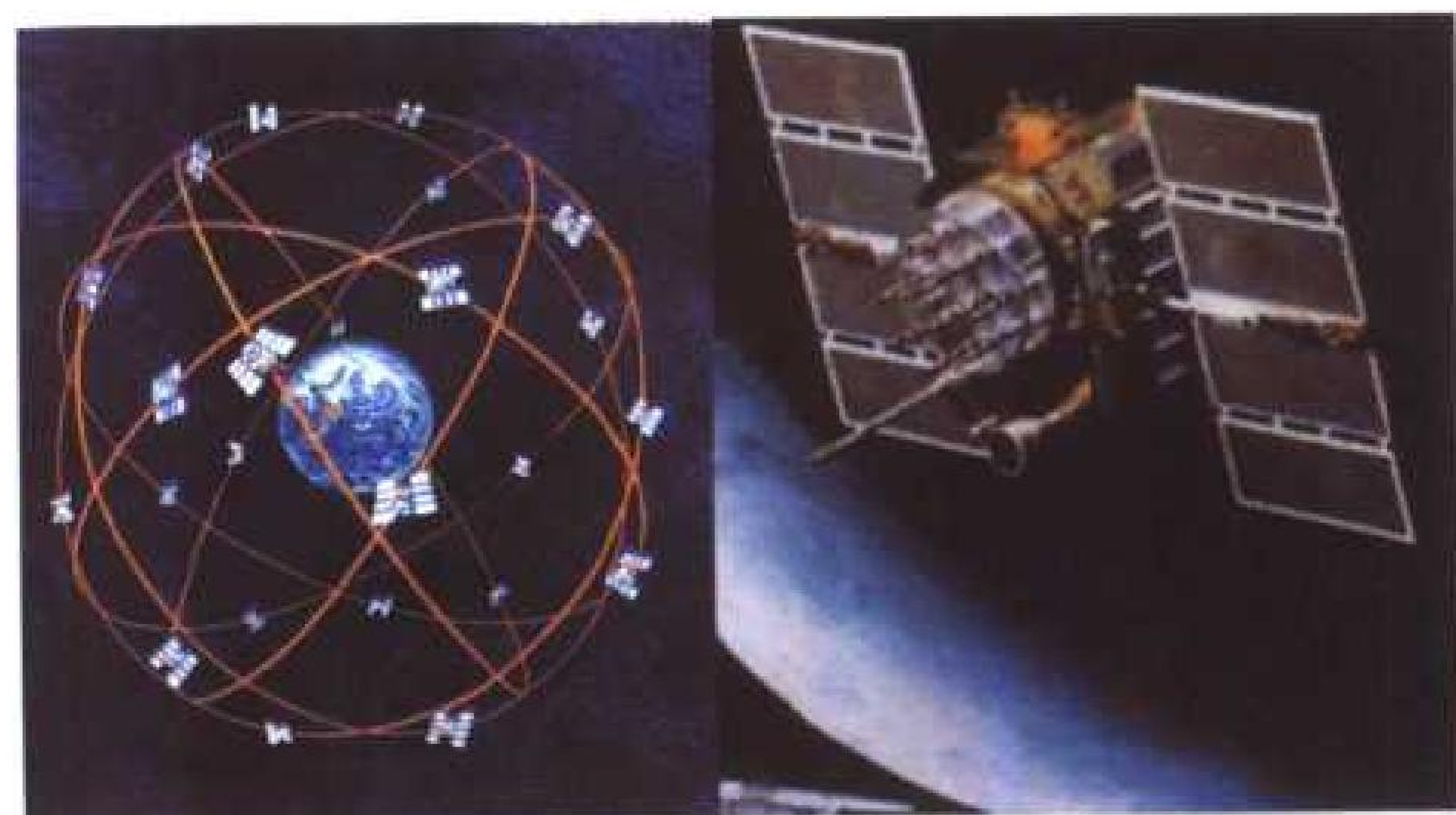

GPS导航电文内容和格式

GPS jieshouji yingyong mokuai

**GPS 接收机应用模块** GPS receiver application module (GRAM) 一种标准化的GPS传感器模块。为了适应GPS军事应用的迅速发展，同时也为了能够从多个生产厂家得到价格便宜、标准化且便于集成的精密定位GPS用户模块，GPS联合计划办公室（JPO）制定了GPS接收机应用模块（GRAM）计划。该计划的目标是：(1) 确保军用GPS用户模块的安全性、互操作性和互换性；(2) 对GPS接收设备的接口、定义、功能和性能度量进行标准化；(3) 形成GPS接收机JPO认证技术基础；(4) 为未来功能升级提供技术便利。JPO已与工业界联合开发了一个便于将GPS综合进任何未来军用系统的标准。GRAM的框架将采用开放式系统结构，以允许在无需重新设计整个系统的条件下增加、替换或去除系统组件。GRAM标准规定了GPS用户模块的外形、接口和性能要求，一系列基本功能和可根据系统要求选择的附加功能。它还提供一套精确的公共GPS术语和定义，还包括最低环境要求、机械和电器特性以及数据信息。另外，GRAM标准定义了认证测试要求，并提供将GRAM嵌入主系统的指导。 （撰写：丁群 审订：邱致和）

GPS kongjianduan

**GPS 空间段** GPS space segment GPS的空间星座，由至少24颗导航卫星组成（见图）。卫星分布在6个轨道面上，每个轨道面上有4颗卫星。卫星轨道面相对于地球赤道面的倾角为55°，各轨道平面在赤道上的投影（升交点赤经）的经度相差60°。轨道距地面平均高度约为20200 km，卫星运行周期约为11 h 58 min。这样，地球表面上任何地方、任何时候



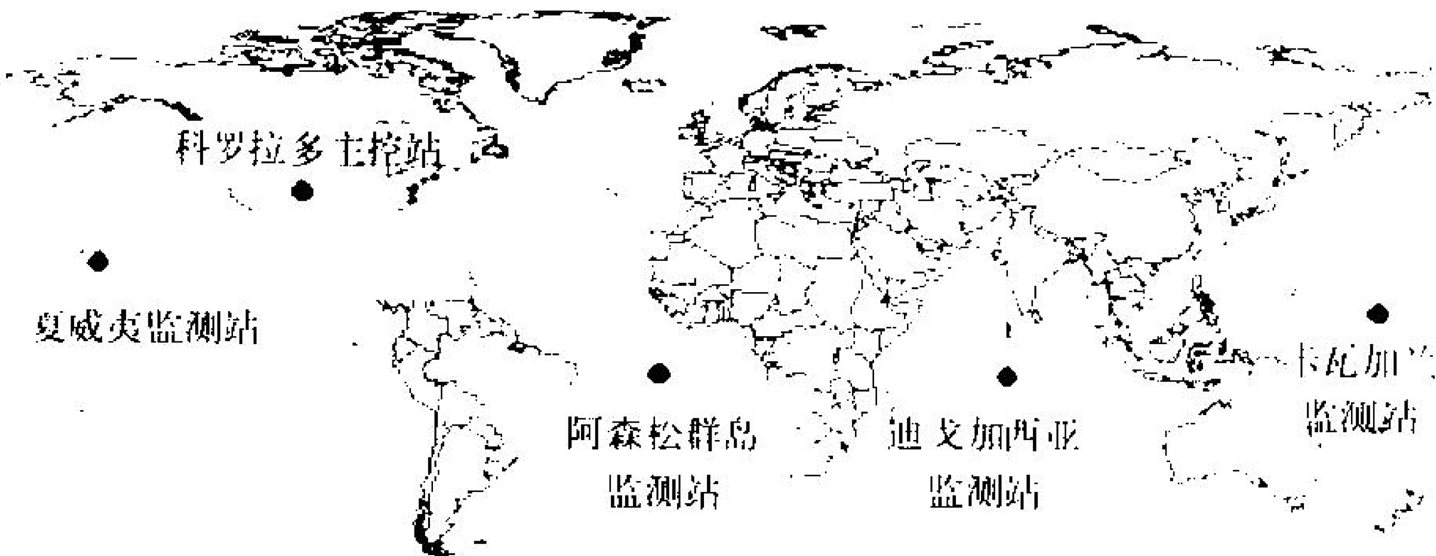
GPS空间段卫星及星座

都能以大于99.9%的概率看到4颗以上的卫星，一般为7～9颗，多时可达11颗。每颗卫星在L1（1575.42 MHz）和L2（1227.6 MHz）两个频率上发播扩频测距信号。在L1载频上调制有1.023 MHz民用扩频C/A码和10.23 MHz的军用扩

频P(Y)码，L2上只调制有P(Y)码。用码分多址方式以区分不同卫星发射的信号。C/A码和P(Y)码都可用于测定卫星与用户之间的伪距。P(Y)码是由P码加密产生的，P码加密后称为Y码，因此一般记为P(Y)码，只有美国军方和获得授权的用户才能使用，这就是美国所谓的A－S(反欺骗)措施。50 Hz的导航电文叠加在C/A码和P码上。导航电文中包括卫星钟偏差数据、卫星自身的星历(精密轨道)数据、信号在电离层中传播延迟的校正数据以及所有其他导航卫星的历书(粗略轨道)数据。（撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS kongzhiduan

**GPS 控制段** GPS control segment GPS的地面监测和控制系统。包括1个主控站、5个卫星监测站和3个上行信息注入站(又称地面天线)。主控站设在美国的科罗拉多；5个监测站分别位于太平洋的夏威夷、卡瓦加兰、美国的科罗拉多、大西洋的阿森松群岛和印度洋的迪戈加西亚。卡瓦加兰、阿森松群岛和迪戈加西亚三个监测站同时也是上行注入站。另外，还有1个备用主控站位于美国的卡纳维拉尔角。主控站是地面控制部分的处理中心并负责监测和管理卫星星座情况。主控站的功能包括：控制卫星沿轨道运动、重新设置卫星设备，定期更新卫星播发的导航电文，以及对卫星进行状态监视和维护工作。监测站跟踪视界内所有的GPS卫星，接收每颗卫星的测距数据。这些信息传送至主控站，用以估计和推算卫星星历及时钟参数。注入站在主控站的控制下，定期将卫星星历、时钟参数等导航电文和其他控制指令注入到相应的卫星，并监测注入信息的正确性。主控站、监测站和注入站之间的通信由美国国防部卫星通信系统完成。



GPS主控站和监测站网

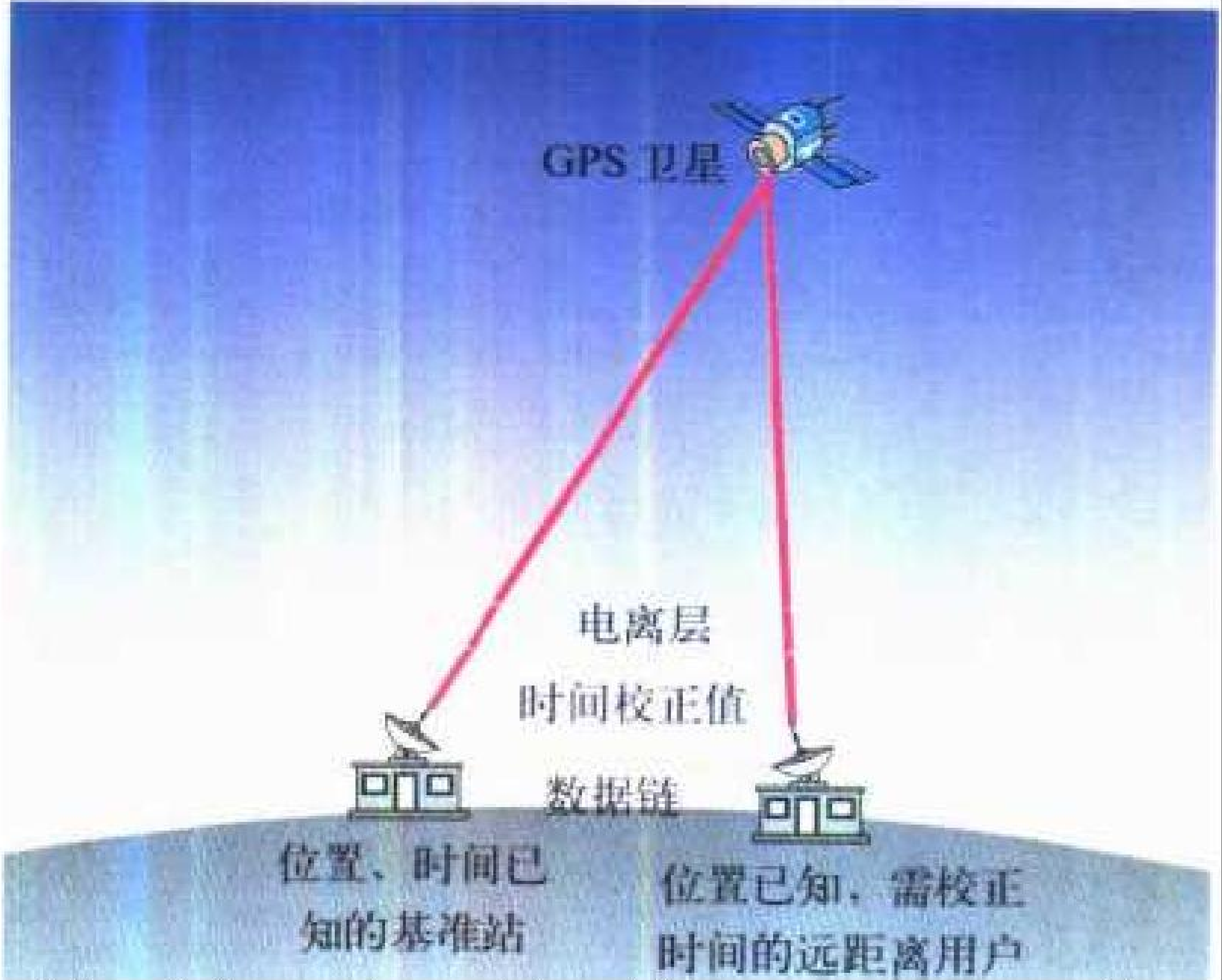
（撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS lishu

**GPS 历书** GPS admanac GPS导航电文中第5子帧的1～24页和第4子帧的2～5页及7～10页中分别发布的1～32号GPS卫星(若没有这颗卫星，该页为空页)的粗略轨道参数。历书参数没有星历参数准确，但是，GPS用户只要收到1颗卫星的信号，接收一个完整的历书后，就可粗略地知道其他GPS卫星的位置及健康状况，这有助于GPS接收机较快地捕获和选择GPS卫星信号。每颗卫星的历书包括以下10个参数：历书基准时间$t_{oa}$，$t_{oa}$时刻的平近点角$M_0$；偏心率$e$；半长轴平方根$\sqrt{a}$；$t_{oa}$时刻的升交点赤经$\Omega_0$；近地点角$\omega$；升交点赤经的变化率$\Omega$；倾角修正量$\delta_i$；卫星钟校正参数$a_0$和$a_1$。（撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS shoushi

**GPS 授时** GPS time transfer 利用GPS为用户提供精密时刻与时间间隔的技术。时间包含有“时刻”和“时间间隔”两个概念，时刻是指发生某一现象的瞬间，而时间间隔是指发生某一现象所经历的过程，是这一过程始末的时刻之差。历史上曾经有过许多种授时方法，比如利用天体位置、低频和高频无限电发射台、电视台，罗兰C导航台等进行授时。近年来由于GPS的时间精确性更高和GPS卫星信号的全球可用性，GPS已经迅速成为发布精密时刻和时间间隔(PTTI)的主要系统。GPS授时主要有两种方式：利用GPS接收机直接获取精密时间和利用GPS共视法进行远距离时钟同步。直接GPS授时方式可获得100 ns量级的绝对时间测量精度和优于$1\times10^{-9}$的时间间隔(频率)精度。利用GPS共视法则将远距离的时刻校准到10 ns量级的同步精度。



GPS共视法进行远距离时钟同步

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS wanhaoxing tongdao

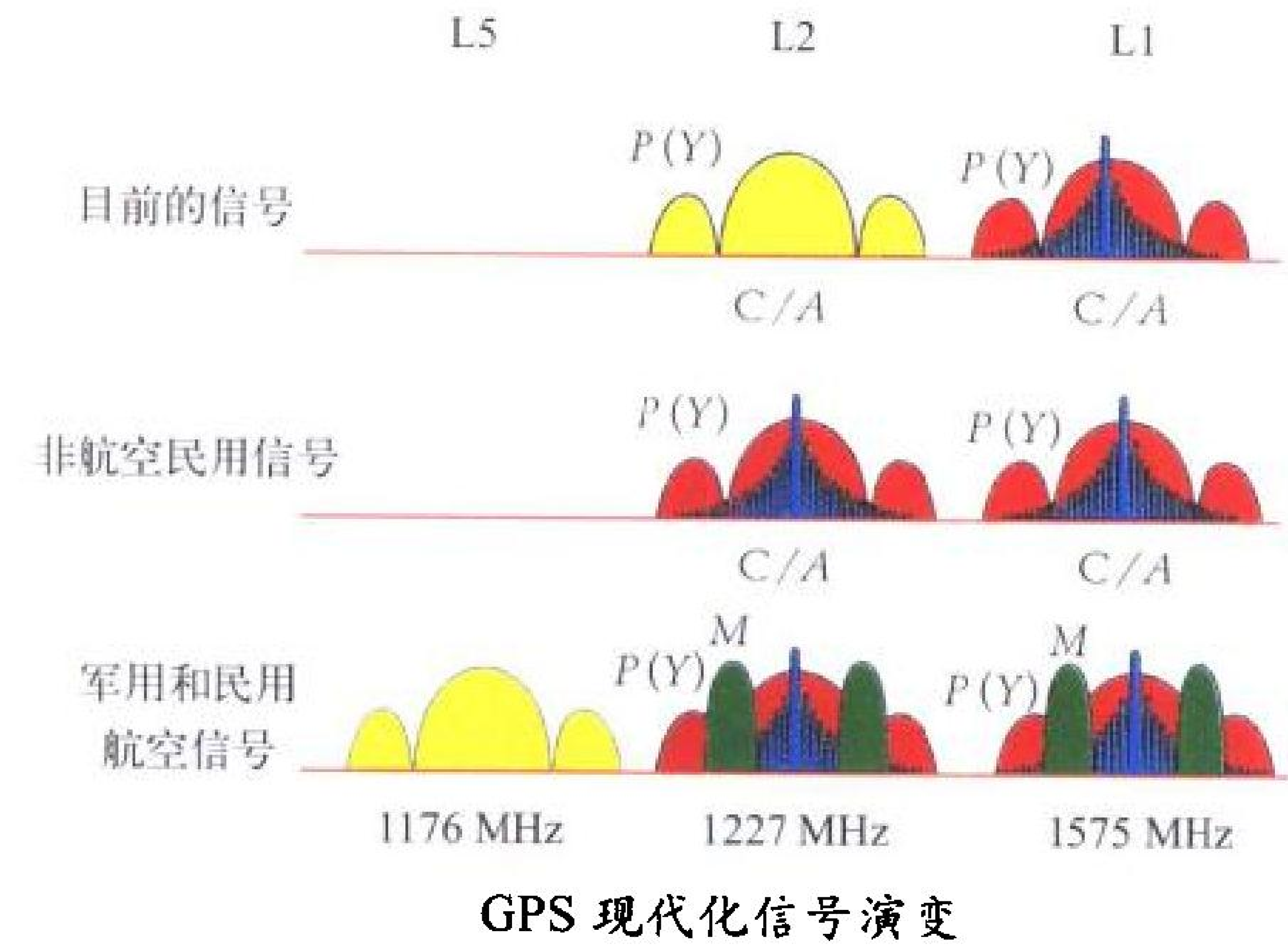
**GPS 完好性通道** GPS integrity channel (GIC) 一种为航空GPS导航应用提供完好性保障的方法。GIC利用地面监测站网测量和分析从每颗卫星传来的导航信号，求出它们的伪距误差值，并判断使用某颗GPS卫星的导航信号是否会带来大的导航误差。如果这样，通过适当的无线电数据传输链立即通知服务区内的所有用户。用户接收机则根据这种对卫星的完好性状态指示，排除不好的卫星，只用状态良好的卫星进行导航。与接收机自主完好性监视(RAIM)方法相比，由于GIC监测站的位置精确已知，并且可以使用无码双频接收机消除电离层延时，因此可以精确监测视界内所有可见卫星的信号，即使在卫星几何因子不良的情况下，也可确保迅速确定有故障的卫星。GIC的概念是20世纪80年代中提出的，并有多种GIC方案。90年代初开始由美国联邦航空局(FAA)建设的广域增强系统(WAAS)，其中的完好性监视技术就是从GIC方法发展而来的。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

GPS xiandaihua

**GPS 现代化** GPS modernization 提高GPS的定位授时精度、可用性和完好性及提高信号抗干扰能力的计划。美国为更好地满足军民用户的需求、应对俄罗斯GLONASS和欧洲卫星导航系统计划的竞争，保持在卫星导航领域的领先地位，决定对GPS进行现代化改造。1997年，由美国国防部、交通部、贸易部、农业部以及美国国家航空航天局(NASA)成立了一个专门小组，收集军民用户的各种需求，确定了GPS系统相对这些需求的不足，提出了提高GPS服务的改进建议。2000年5月1日美国停止了GPS标准定位

服务中的选择可用性措施，使民用用户的定位精度大为提高。GPS 现代化的第二个步骤是将于 2003 年在 L2 频率上提供民用信号。届时民用 GPS 用户将可利用 L1 和 L2 两个频率校正电离层延时误差。在军用方面，GPS 现代化将通过把




GPS 现代化信号演变

军、民用信号频谱分隔开，提高军用信号功率，使用新的伪码和星历等方法，以确保美军及其盟军能够不间断地获得 GPS 精密定位服务信号。GPS 信号的现代化改进具有后向兼容性，因此，用户现有的 GPS 接收机将可以继续使用，但要充分利用 GPS 新的信号功能，必须购买新的用户设备。

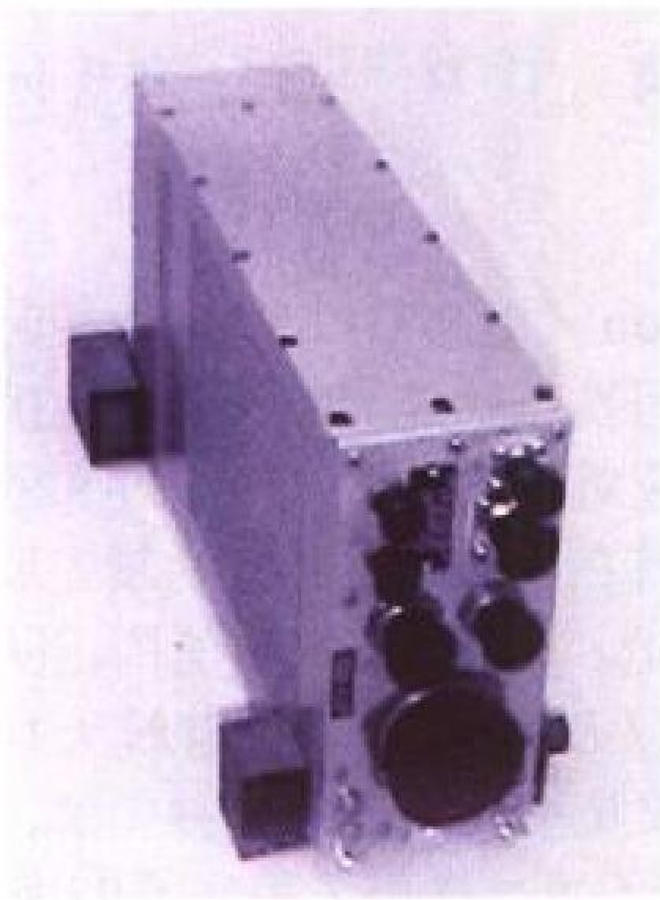
（撰写：丁 群　审订：邱致和）

GPS xingli

**GPS 星历**　GPS ephemeris　又称星历表。GPS 导航电文的第 2 和第 3 子帧里包含的提供本颗 GPS 卫星精确位置的参数。星历表中共有 17 个参数，用来描述 GPS 卫星的开普勒近圆形轨道，可用以计算出给定时刻 GPS 卫星的精确空间位置。这 17 个参数分别是：在基准时刻 $t_{oe}$ 的平近点角 $M_0$；平均运动角速度修正量 $\Delta n$；偏心率 $e$；半长轴平方根 $\sqrt{a}$；基准时刻 $t_{oe}$ 的升交点赤经 $\Omega_0$；基准时刻 $t_{oe}$ 的轨道倾角 $i_0$；近地点角 $\omega$；升交点赤经的变化率 $\Omega$；轨道倾角变化率 IDOT；升交距角的改正系数 $C_{uc}$、$C_{us}$；轨道矢径的改正系数 $C_{rc}$、$C_{rs}$；轨道倾角的改正系数 $C_{ic}$、$C_{is}$；星历的基准时刻 $t_{oe}$；星历数据发布号 IODE。　（撰写：丁 群　审订：邱致和）

GPS yonghuduan

**GPS 用户段**　GPS user segment　GPS 用户接收机，其主要功能是接收、解码和处理 GPS 卫星广播的测距码和导航数据电文，以便解算出用户的精确位置、速度和时间。由于具体应用的不同，各种 GPS 接收机在设计和功能上有很大的差异，但它们的基本工作原理是相同的。GPS 接收机利用导航电文，可以计算出每颗卫星在信号发射时刻的位置。同时 GPS 接收机还要测定卫星广播的测距码的发射时刻与接收时刻之间的时间差 $\Delta t_i$，再乘以光速 $c$，即 $c \cdot \Delta t_i$ 为用户与卫星 $i$ 之间的测量距离。但是由于接收机的时钟与卫星钟是不同步的，存在一个未知的时钟偏差 $t_B$，因此得到以下数学表达式



军用 GPS 接收机

$$C(\Delta t_i - t_B) = [(X-U_X)^2 + (Y-U_Y)^2 + (Z-U_Z)^2]^{1/2}$$

式中 $X$、$Y$、$Z$ 为已知的三维卫星位置；$U_X$、$U_Y$、$U_Z$、$t_B$ 为需求解的用户接收机三维位置和钟差，对同时测量的4颗卫星的上述方程进行求解，就可解出 $U_X$、$U_Y$、$U_Z$、$t_B$。也就是说，一般情况下，GPS 接收机需同时接收 4 颗卫星信号，才能测出自己的三维位置以及时钟误差。同时，GPS 接收机还通过测量所接收卫星信号的多普勒频移来确定用户运动的三维速度。近年来，不仅利用 4 颗，而且可利用视界内所有卫星的信息的接收机越来越多，这样可以减小误差，但需要接收机有较多的通道。（撰写：丁 群　审订：邱致和）

gaishan yinzi

**改善因子**　improvement factor　滤波器输出信杂比与滤波器输入信杂比之比值，是滤波器对信号的改善能力和对杂波的抑制能力的综合指标。对特定的目标多普勒频移 $f_d$，可以把改善因子写为下列形式

$$I = G \cdot CA$$

式中 $G$ 为信号增益；$CA$ 为杂波衰减；$I$ 与 $f_d$ 有关。实际上目标速度未知，改善因子是感兴趣的目标多普勒频率上目标改善因子的平均值，即

$$\bar{I} = E\left[\frac{(S/C)_{out}}{(S/C)_{in}}\right] = E\left(\frac{S_{out}}{S_{in}}\right) \cdot E\left(\frac{C_{in}}{C_{out}}\right) = \bar{G} \cdot \overline{CA}$$

$$\bar{G} = \int_{-PRF/2}^{PRF/2} [H(f)]^2 \mathrm{d}f$$

$$\overline{CA} = \frac{\sigma_{ci}^2}{\sigma_{co}^2} = \frac{\int_{-PRF/2}^{PRF/2} S_c(f)\,\mathrm{d}f}{\int_{-PRF/2}^{PRF/2} S_c(f)[H(f)]^2 \mathrm{d}f}$$

式中 $\sigma_{ci}^2$、$\sigma_{co}^2$ 分别表示滤波器输入和输出杂波能量；PRF 为脉冲重复频率；$S_c(f)$ 为杂波功率谱；$H(f)$ 为滤波器的频率响应。　（撰写：于文震　审订：张 良）

gaigesuangai redianchi

**钙—铬酸钙热电池**　Ca-CaCrO$_4$ thermal battery　一种正极活性物质为 $CaCrO_4$，负极活性物质为 Ca 的热电池。Ca-$CaCrO_4$ 热电池通常以 LiCl-KCl 二元低共熔盐为电解质，电极结构多为 DEB 共融体片型（D 为 $CaCrO_4$ 去极剂、E 为电解质、B 为黏合剂），电池的反应式为



$$3Ca + 2CaCrO_4 + 6LiCl = 3CaCl_2 + Cr_2O_3 \cdot 2CaO + 3Li_2O$$

Ca-$CaCrO_4$ 热电池的特点是工作电压高，在 150 $mA/cm^2$ 电流密度下，单体电压大于 2.4 V；低电流密度下（小于 15 $mA/cm^2$），可获得较长的工作寿命（60 min），但工作电流密度增加，工作寿命会明显降低；内阻较小；可适应较宽的工作环境温度（−50～70℃）；并具有良好的机械性能（能承受 300 r/s 的自旋及 200000 $m/s^2$ 的冲击）。但是



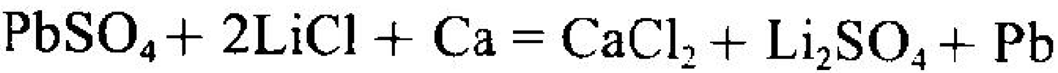
钙—铬酸钙热电池

是电池工作过程因 Ca–Li 合金形成，易出现电噪声。在锂合金—硫化铁热电池问世以前，Ca–$CaCrO_4$ 热电池（如图所示）曾是热电池的主导产品，广泛应用于各类武器系统，如炮弹引信、各种战术导弹、水下兵器，甚至某些战略武器系统。

（撰写：董树本　审订：宋海德）

gailiusuanqian redianchi

**钙—硫酸铅热电池**　calcium-lead sulphate thermal battery　一种以金属钙为负极，$PbSO_4 - KCl - LiCl$ 三元低共熔融盐为正极，$KCl - LiCl$ 二元低共熔融盐为电解质的电池。其反应式为



$$PbSO_4 + 2LiCl + Ca = CaCl_2 + Li_2SO_4 + Pb$$

单体电池为杯式结构，如图 1 所示，杯体同时作为正极集流体。加热片为锆—铬酸钡化学体系。钙—硫酸铅热电池的主要特点：(1) 单体电池开路电压为 2.5 V，稳态工作电流

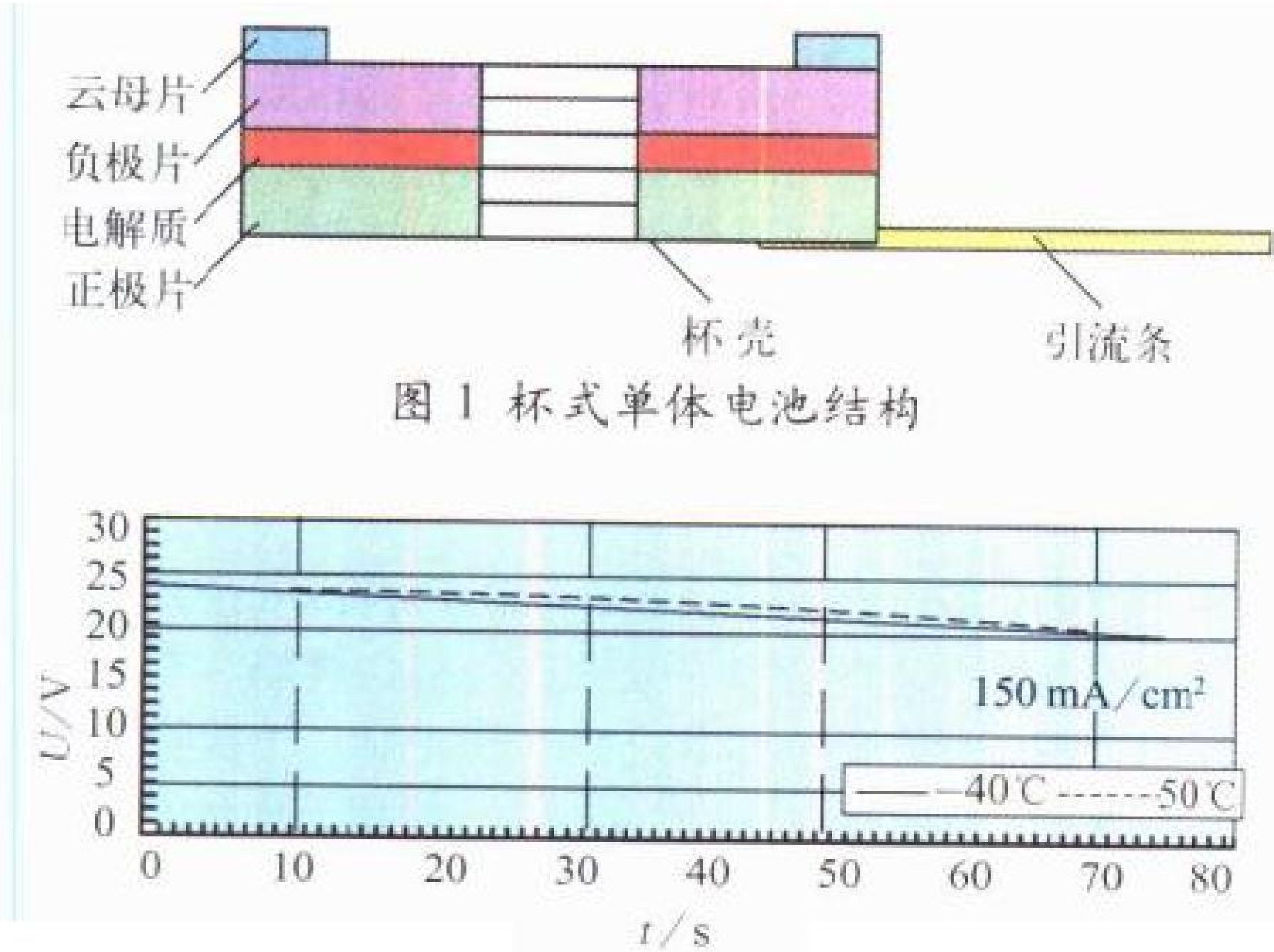



图 1 杯式单体电池结构

图 2 Ca–$PbSO_4$ 热电池典型放电曲线

密度为 100～200 $mA/cm^2$，如图 2 所示。电池工作前期具有高的脉冲负载特性（大于1 $A/cm^2$），工作寿命小于 60 s。(2) 工作环境温度范围较宽（−40～50℃）。(3) 低的机械特性。这种电池一般用在地面控制系统，有时也用于弹上。

（撰写：黄来和　审订：宋海德）

gaizhonggesuanjia redianchi

**钙—重铬酸钾热电池**　calcium-potassium dichromate thermal battery　Ca 系列热电池中的重要品种之一。负极为 Ca 箔，正极为 $K_2Cr_2O_7$，电解质为二元 KCl–LiCl 共融盐所构成的热电池。电池结构有两种：杯式与片式，分别如图 1 和图 2 所示。正极与电解质片均为熔融拉浆（以玻璃丝带为载体）

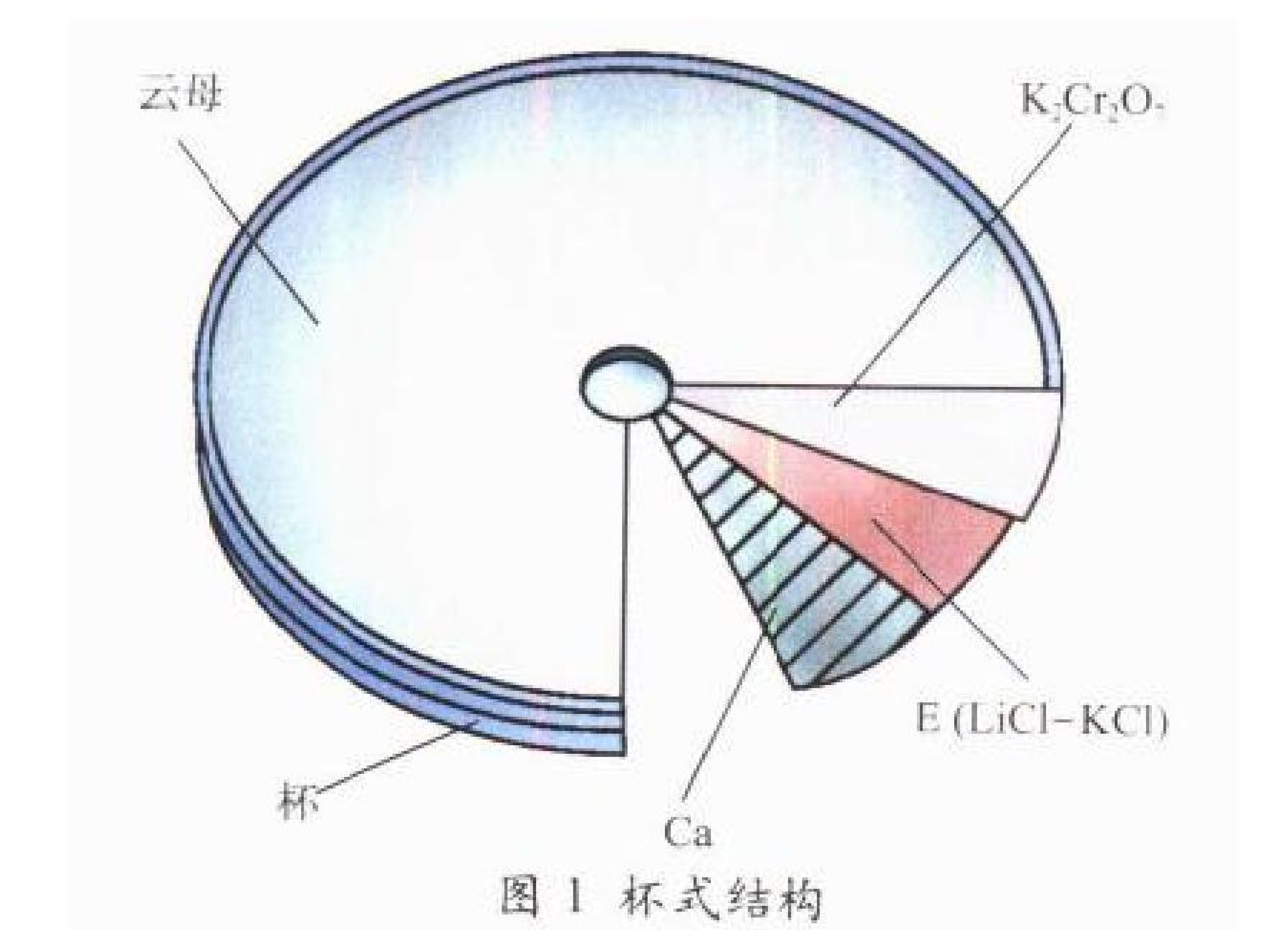



图 1 杯式结构

再冲裁成特定结构尺寸。组装电池的结构紧固、坚实、耐力学冲击（数十万米每秒平方），激活时间极短（5 ～ 200 ms），

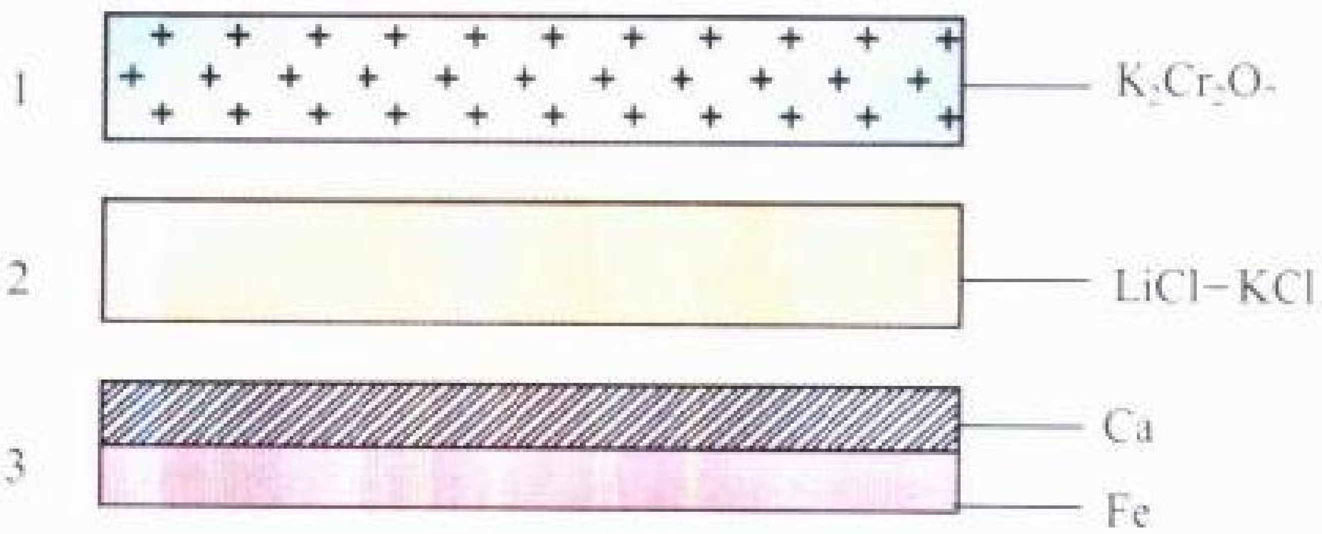



图 2 片式结构

开路电压（OCV）为 3.3 V（几乎是 LiM / $FeS_2$ 热电池电压的两倍）。其化学反应在电解质中进行，最终形成复合盐类产物。其简单反应式如下



$$3\,Ca + K_2CrO_7 \rightarrow 3CaO + K_2O + Cr_2O_3$$

由于该系列电池具有以上特征，主要用于炮弹、火箭引信、快激活点火装置和救生系统等。同时可以设计成导弹用高压、小体积电池（$\phi$48 mm × 56 mm、200～250 V；$\phi$40 mm × 38 mm，115V）。

（撰写：宋海德　审订：汪继强）

ganfa keshi jishu

**干法刻蚀技术**　dry etching technique　在适合的气体中，用电学的方法产生等离子体并激活被刻蚀的材料，通过产生化学反应或物理—化学反应或用高能离子束轰击材料，达到刻蚀去除材料的目的。干法刻蚀不同于溶液中的湿法腐蚀，因它是在干燥的气氛中进行，不会产生其他化学离子吸附，且能高保真地传递图形，特别适用于细线条刻蚀，因而是半导体微细工艺中的关键技术之一。该技术主要用于半导体工艺中去除抗蚀剂底膜以及介质膜、金属膜、半导体层的刻蚀和制作通孔等。在某些器件制作中，可对不同组分的薄层材料进行选择腐蚀。干法刻蚀技术包括：等离子刻蚀（PE）、反应离子刻蚀（RIE）、电子回旋共振等离子刻蚀（ECR – PE）、磁增强反应离子刻蚀（MERIE）、电感耦合等离子刻蚀（ICP–E）、反应离子束刻蚀（RIBE）、离子铣（IM）等。根据刻蚀不同材料和刻蚀精度的要求，选择不同的方法。由于工艺设备高度自动化和组合化，最新的设备可实现通过真空传递室连续进行干法刻蚀和薄膜生长。

（撰写：黄念宁　审订：陈效建）

ganfa keshi shebei

**干法刻蚀设备**　dry etching equipment　用适当的反应气体在外加射频、微波、磁场或静电场的辅助下与衬底表面发生作用而达到刻蚀的装置。按反应机理分为三类：(1) 离子铣设备，利用直流电场将离子化的惰性气体加速后引向半导体表面，将表面的原子撞出而达到刻蚀作用。其优点是能刻蚀任何晶体、金属或合金。通入适当的反应气体则成为化学辅助离子铣设备。(2) 等离子刻蚀设备，反应气体在射频电场的激励下产生游离基同被刻蚀衬底反应生成挥发性的生成物而实现刻蚀。反应过程是各向同性的，损伤较小，多用于去胶、干法清洗及较大窗口的刻蚀。目前也衍生出用微波激励的微波等离子刻蚀设备，具有更小的损伤和较快的刻蚀速度。(3) 反应离子刻蚀设备，其工作气压比等离子设备更低，游离电子、离子的自由行程差足以在被刻衬底表面附近形成自建电场吸引游离离子射向衬底表面。因此反应离子刻蚀设备兼具离子铣的方向性好和等离子刻蚀损伤小的优点，适合细线条、陡直侧壁和深孔刻蚀。为了进一步适应超大规模集成电

路的发展，人们已开发出刻蚀更细线条、损伤更小的磁增强反应离子刻蚀和电子回旋共振反应离子刻蚀等设备。

（撰写：高建峰　审订：林金庭）

ganfangdianshi xinyin xudianchi

**干放电式锌银蓄电池**　zinc silver dry discharged battery　又称干式非荷电锌银蓄电池。这种电池是干态的，而且正负电极都是非荷电态的。使用时，电池加注电解液后，需按规定电流和终止电压进行充放电（化成），即充放电循环 1 ~ 3 次方可使用。按其使用方式，又称为人工激活干式放电态锌银蓄电池。这种电池通常采用 ZnO 滚压或涂膏制成负极片和多孔性金属银和导网压制成正极片。D 型锌银蓄电池电极厚度通常在 0.9 mm 以上；C型电池电极厚度在 0.5 ~ 0.9 mm；G 型电池电极厚度在 0.3 ~ 0.5 mm。为适应长寿命需要，隔膜一般为 3 ~ 4 层，因此电池的湿态贮存期较长（湿寿命），一般在 1 年以上。充放电循环次数（循环寿命）在 100 ~ 300 次，常用的放电率为 5 ~ 20 h。这种电池多数用于有维护条件的地面设备。　（撰写：王世达　审订：宋海德）

ganhedianshi xinyin xudianchi

**干荷电式锌银蓄电池**　zinc silver dry charged battery　一种加注电解液片刻后即可工作（放电）的锌银蓄电池。即这种电池是干态的，而且正负电极都是荷电态的。该电池中负极为还原态多孔性金属锌粉与导网一起压制的极片，正极为氧化态多孔性 AgO 极片，它由多孔性金属银与导网压制成形（厚度一般为 0.4 ~ 0.9 mm），再经化成处理制成的。当负极也是用 ZnO 为主要物质压制成形时，则需要化成后得到两个荷电的电极来装配电池。使用中每当电池容量耗尽时，可对电池再充电反复使用。多数产品规定的使用充放电循环次数为 5 ~ 10 次，湿寿命在 12 个月左右；也有少数产品需在有维护的条件下使用，这时电池的使用充放电循环次数可由数十到数百次。这种电池多数用于尖端武器的配套电源。

（撰写：王世达　审订：宋海德）

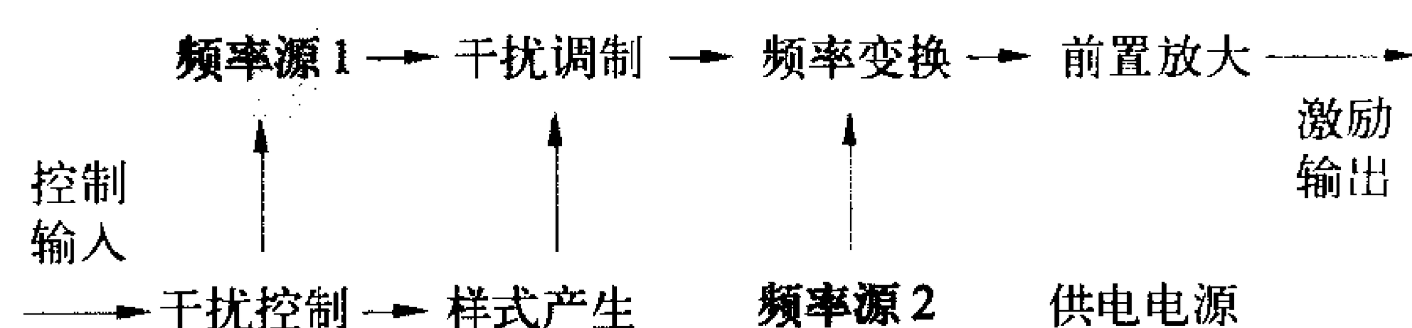
ganraodan

**干扰弹**　jamming shell　专用于干扰和欺骗敌方侦察探测装置和攻击武器，使其降低或失去攻击能力的特种弹药。如箔条干扰弹、红外干扰弹、烟幕干扰弹等。箔条干扰弹抛撒箔条干扰物，对电磁波产生反射、散射、折射，干扰雷达，主要用于飞机、舰船、战车及地面目标的自卫和掩护；红外干扰弹能产生红外辐射，形成红外诱饵，干扰红外制导武器的攻击，主要用于飞机、舰船、战车的自卫；烟幕干扰弹爆炸或燃烧后释放烟幕，形成烟幕屏障，遮蔽、迷茫、干扰光电探测设备或制导武器，主要用于直升机、舰船、战车、地面目标及军事小分队的自卫和掩护。

（撰写：于志良　审订：卢　君）

ganrao jiliqi

**干扰激励器**　jamming exciter　干扰激励器用于产生实施干扰所需要的各种干扰样式并形成干扰发射机中功率放大级（简称功放）所需要的激励信号。干扰激励器包括频率源、干扰样式产生器、频率变换器、干扰控制器以及前置放大器等（见图）。激励信号的特征包括载频频率、干扰带宽、干扰样式、频谱特性、时域特性以及输出电平等。随着技术的发展，已逐步开始使用软件化干扰激励器，这是一种基于计算机可编程的产生多种干扰样式的干扰激励器。




干扰激励器原理图

（撰写：牟绍方　审订：杨小牛）

ganraowu

**干扰物**　jamming material　对电磁波（或声波）具有散射、吸收、折射作用的材料的总称。干扰物的种类很多，主要有箔条、反射器、烟幕、气溶胶、消光材料、吸波材料等。干扰物是雷达无源干扰、光电无源干扰和水声无源干扰的物质基础。雷达无源干扰、光电无源干扰和水声无源干扰都是利用本身不发射电磁波或声波的材料和器材影响信号传输的特性，破坏探测系统对目标的侦察、识别和定位。所有能够产生这种作用效果的材料、器材都可作为干扰物。干扰物具有简单、经济、实用的特点，在电子对抗中具有独特的不可替代的作用。　（撰写：闫　江　审订：徐国范）

ganraowu toufang shebei

**干扰物投放设备**　jamming material dispensing equipment　将干扰物投放到空中的设备，装载在飞机、舰船、车辆等作战平台上，用于平台的自卫和布设干扰走廊。干扰物投放设备主要有两类：(1) 引爆式投放设备，一般用于平台的自卫防护，通常由显控设备、综合控制器和若干个发射器组成；(2) 机电式投放设备，用于布设干扰走廊，通常由控制部分、电机、投放机构组成。干扰物投放设备通常与侦察告警设备、雷达有源干扰设备等组成综合电子战系统，根据雷达告警、红外告警、激光告警、导弹逼近告警设备提供的威胁信息及平台信息（高度、速度、风向等）进行决策，确定干扰物的投放类型、时机、数量和间隔，以使其达到最佳的干扰效果。

（撰写：张大庆　审订：徐国范）

ganrao zoulang

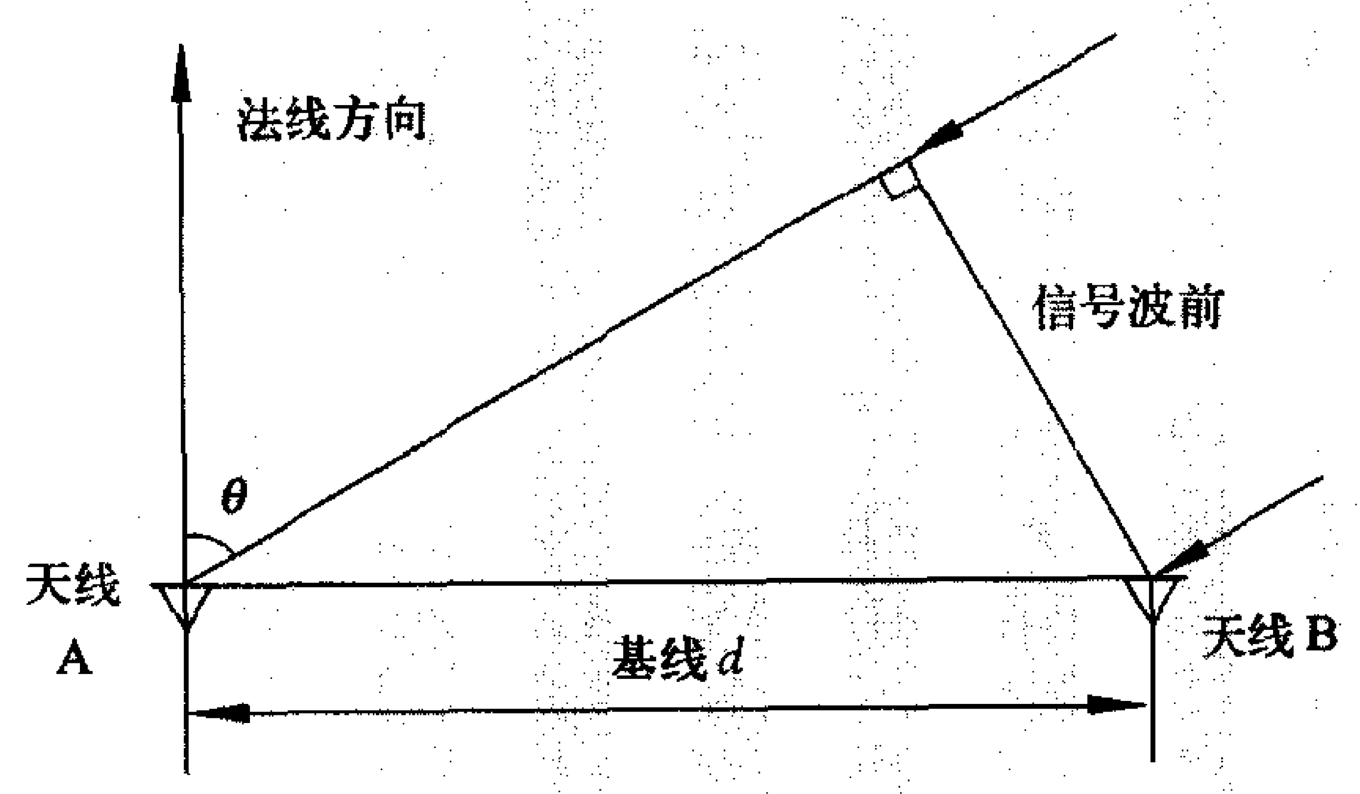
**干扰走廊**　jamming corridor　大量投撒在空中，占有一定空域并有一定伸展距离的云状干扰物群体。多数干扰走廊是由箔条形成的，因此干扰走廊又称为箔条走廊（chaff corridor）。电磁波照射箔条干扰走廊时，箔条的散射使其衰减，从而降低了雷达对干扰走廊中目标的探测能力。干扰走廊主要用于掩护目标突防。干扰走廊是由飞机携带的大容量箔条投放器连续投放箔条形成的，一般宽约数千米，长数百千米，可对敌防空雷达造成压制性干扰，掩护己方机群突防。干扰走廊存在的本身表明了己方的作战意图，是暴露性的干扰措施。　（撰写：闫　江　审订：徐国范）

gansheyi cexiang

**干涉仪测向**　interferometer direction finding　利用测量同一辐射源信号到达天线阵各阵元的相位差来确定其方向的一种测向技术。干涉仪测向原理如图所示，天线阵元 A、B 接收到的信号相位差 $\Delta\phi$ 为

$$\Delta\phi=\frac{2\pi d}{\lambda}\sin\theta \qquad \theta=\arcsin\frac{\Delta\phi\lambda}{2\pi d}$$

式中 $d$ 为天线间距；$\theta$ 为入射角；$\lambda$ 为入射信号的波长。测出相位差 $\Delta\phi$ 和信号频率 $\lambda$，则可以确定入射角 $\theta$。影响干涉仪测向精度的因素有相位测量精度、基线长度及其测向系统运载平台的姿态等。精确测量相位差对两路信号接收系统 A 和 B 支路的相位一致性和时延一致性要求很高。基线 $d$ 和波长 $\lambda$ 之比越大，则测角精度越高。但是 $d/\lambda$ 有一个最大限度，即 $d/\lambda \leqslant 1/2$。超过这个限度会使相位差 $\Delta\phi$ 超过 $2\pi$ 而造成模糊。实际的干涉仪测向系统的构成通常包括多个天线对，长基线用于提高测向精度，而短基线用于解模糊。如果运载平台是运动的，则有些平台姿态影响测向精度，甚至完全不能测向。由于干涉仪测向系统的测向精度比比幅测向系统高，现已成为广泛应用的一种测向体制，但在技术上比比幅测向系统复杂。




干涉仪测向原理示意图

（撰写：龚 渝　审订：顾耀平）

gantongbi

**干通比** jamming and communication distance ratio　在通信干扰中，在保证干扰机对被干扰通信电台达到有效干扰时，干扰机距被干扰设备间的距离与通信双方的通信距离之比。它是通信对抗装备设计的重要参数之一。在通信干扰中，最大干扰距离的定义必须是有条件的，那就是在被干扰的通信双方的通信距离确定的条件下的最大干扰距离。两个距离之比就是在该条件下干扰机可达到的最大干通比。在通信干扰装备的设计中，需要根据战术使用要求确定的通信距离和最大干扰距离来推算干扰机应达到的有效辐射功率。

（撰写：赵 明　审订：杨小牛）

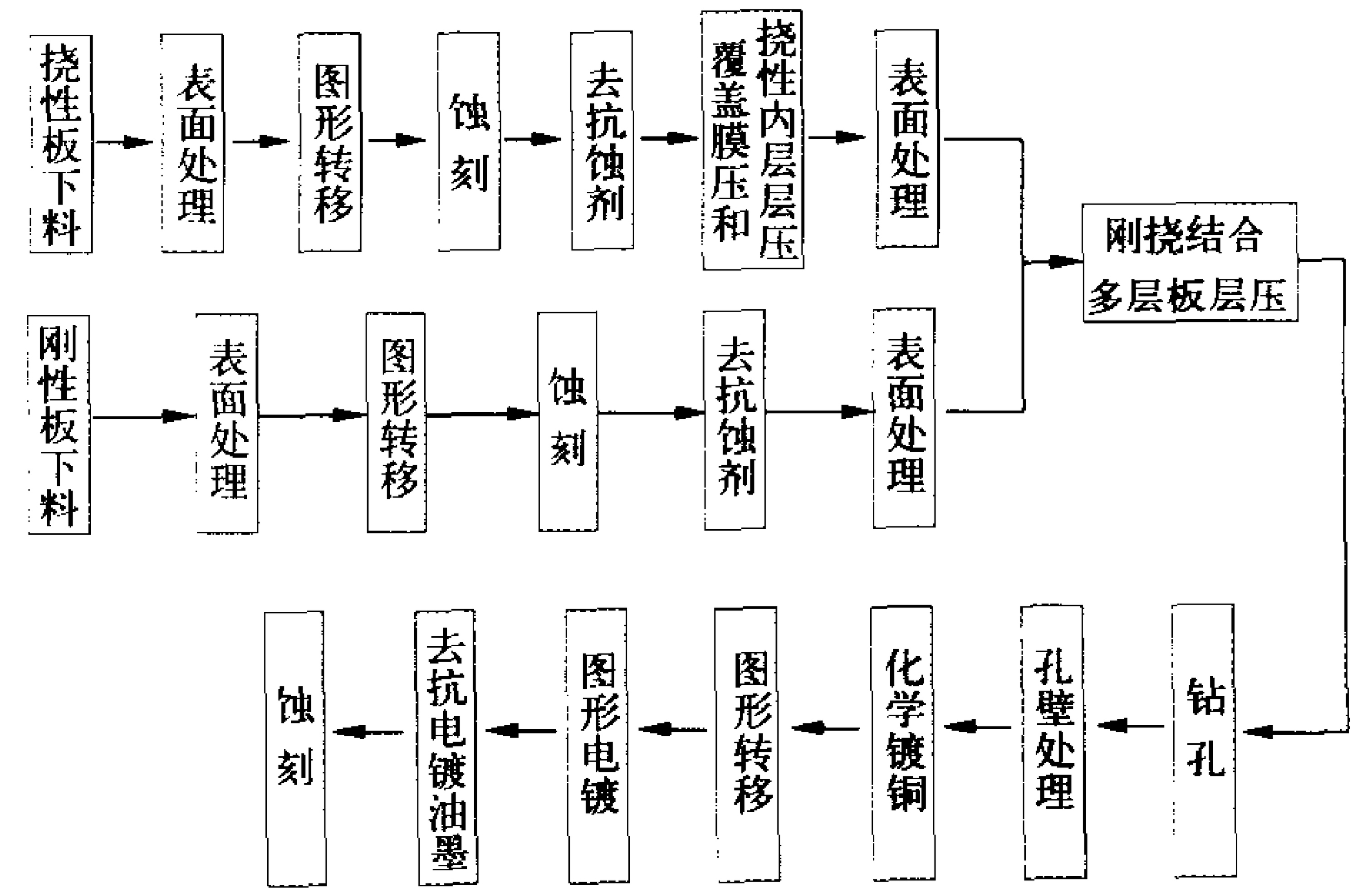
gangguan tiaozhiqi

**刚管调制器** hard-tube modulator　又称主动开关调制器 (active-switch modulator)。选用真空管或半导体功率器件（如场效应管）作为脉冲调制开关、控制储能电容器在单个脉冲宽度的时间内向负载释放部分电能的设备。典型的刚管调制器实质上是多级级联的视频脉冲功率放大器的末级功放，而预调器（激励器）是该末级功放的前级并与末级功放共同确定调制器输出脉冲的波形质量。所以预调器是刚管调制器重要的第四个组成部分。刚管调制器输出脉冲的宽度与脉冲重复频率能灵活改变，脉冲前、后沿具有良好的时间稳定性。刚管调制器常用于炮瞄雷达与测控雷达的发射机中，也广泛用于栅控或调制阳极控制的线性电子束微波管发射机中，尤其是机载雷达发射机中，以满足复杂波形工作的要求。直接串联的恒流刚管调制器能满足复杂波形要求并使重量体积轻小，如 TRADEX 雷达速调管发射机和 AN/SPY-1 相控阵雷达正交场管发射机就是采用直接串联的恒流刚管调制器。

（撰写：高以鸿　审订：许鸿烈）

gangnao PCB gongyi

**刚挠 PCB 工艺** process for flex-rigid PCB　利用挠性基材并在不同区域与刚性基材结合而制成的印制线路板的工艺。在刚挠结合区，挠性基材与刚性基材上的导电图形通常都进行互连。常用的刚性材料有环氧玻璃布及聚酰亚胺玻璃布层压板以及相应的半固化片。挠性材料又分为挠性介质薄膜和挠性粘接薄膜。常用的挠性介质薄膜有聚酯类、聚酰亚胺类及聚氟类；常用的粘接薄膜有丙烯酸类、环氧类及聚酯类等。刚挠印制线路板工艺流程如图所示。




刚挠印制线路板工艺流程框图

（撰写：张星龙　审订：李成刚）

gaoceng tixi jiegou

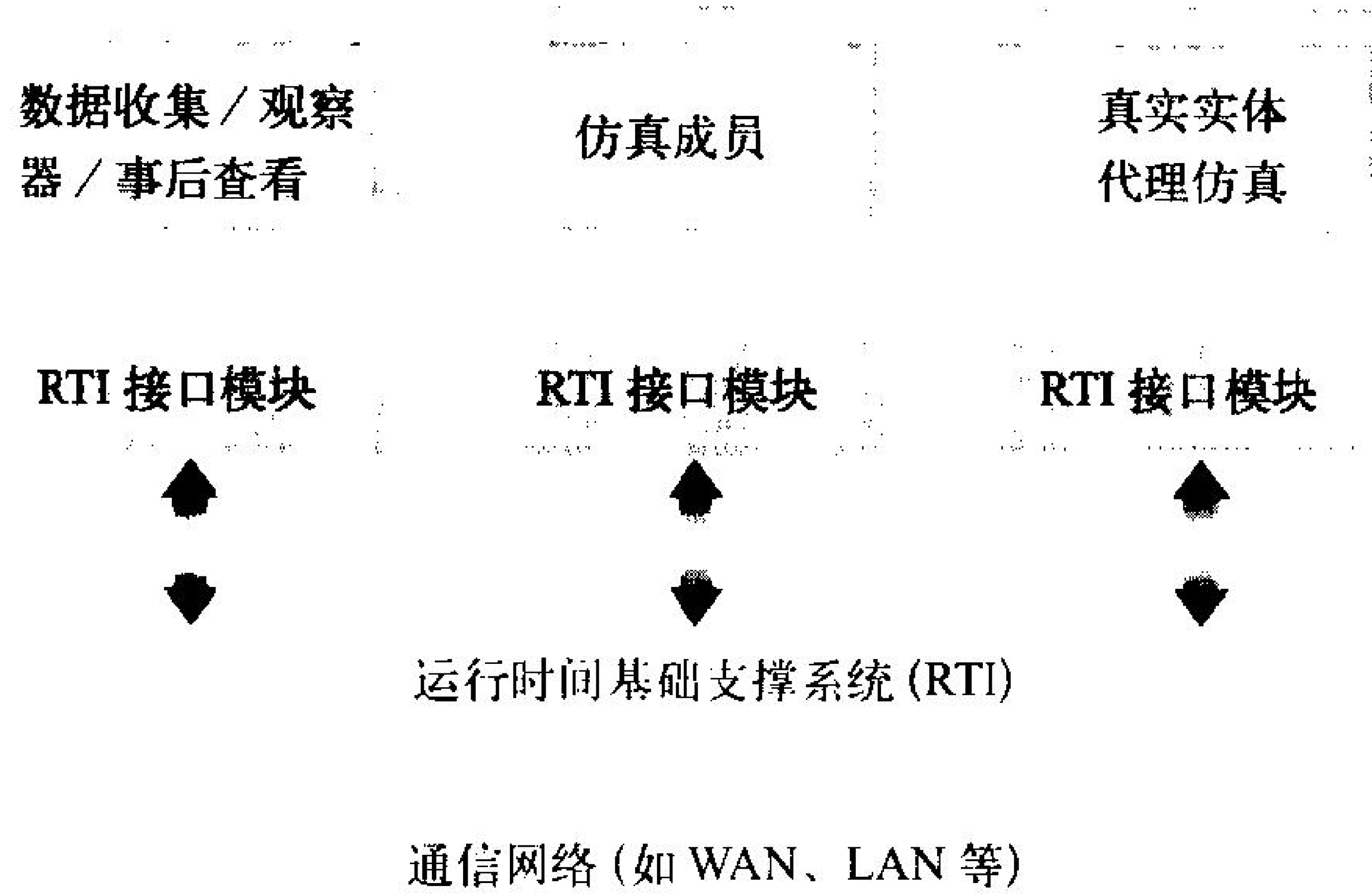
**高层体系结构** high level architecture (HLA)　一种在分布交互式仿真 (DIS) 和聚合级仿真协议 (ALSP) 的基础上发展产生的分布交互式仿真体系结构。HLA 主要用于解决各类仿真系统（实物仿真、虚拟仿真、构造仿真）之间的互操作和仿真部件的可重用问题。

HLA 提供一种新的仿真系统信息交互机制，可将不同类型、不同规模的仿真系统和 C⁴ISR 系统集成到一个综合环境中，解决 DIS 2.X 和 ALSP 未能实现的多类仿真应用之间及其与 C⁴ISR 系统之间的互操作问题；HLA 采用面向对象的方法对系统进行分析，建立不同层次和精度的对象模型，从而可促进仿真系统和仿真部件的重用。

美国国防部建模与仿真办公室 (DMSO) 1996 年 8 月正式公布了 HLA 的定义、组成和接口规范说明，指出 HLA 主要由三部分组成：规则、对象模型模板、接口规范说明。在 HLA中，为实现某种特定的仿真目的，将彼此要进行交互作用的仿真系统、支撑软件和其他相关的部件组织到一起构成一个联邦；所有参与到一个联邦中的仿真应用系统被称为联邦成员，联邦成员还包括联邦成员管理器、数据收集器、真实的实体代理仿真或观察器等。HLA 的规则中规定了所有联邦及其成员必须符合的要求，表述了 HLA 中各个部件的功能划分和逻辑关系，体现了 HLA 的基本构思和原则。

HLA 的联邦构成采用对称的体系结构如图所示。一个联邦中的各个成员之间通过 HLA 中的运行时间基础支撑系统 (RTI) 提供的服务实现相互之间的交互；在一个联邦的执行过程中，所有的联邦成员应该按照 HLA 接口规范说明所要求的标准接口形式同 RTI 进行交互作用，共享服务和资

源、实现成员间的交互作用。RTI 作为联邦执行的核心，类似于一个软总线，为联邦成员提供联邦管理、声明管理、对象管理、所有权管理、时间管理、数据分布管理六种服务。




HLA 联邦的对称的体系结构图

HLA 的基本思想是采用面向对象的方法设计、开发和实现系统的对象模型来获得仿真联邦的高层次的互操作和重用。按照 HLA 规则规定，所有联邦和联邦成员必须按照对象模型模板 (OMT) 规定的标准化文档格式描述各自的联邦对象模型 (FOM) 和联邦成员的仿真对象模型 (SOM)。HLA 中联邦的开发过程可以划分为五个相对独立而又彼此关联的阶段：需求定义阶段，概念模型开发阶段，联邦设计阶段，联邦集成与测试阶段，联邦运行、结果分析和反馈阶段。

目前，HLA 已成为美国国防部联合技术体系结构 (JTA) 的重要部分，美国国防部已将 HLA 作为美国军用仿真的标准技术结构，从 2001 财政年度开始，美军将淘汰所有与 HLA 不相容的仿真项目。HLA 正在成为工业标准，各国已成功地开发了多个基于 HLA 的系统产品。

（撰写：王积鹏　审订：童志鹏）

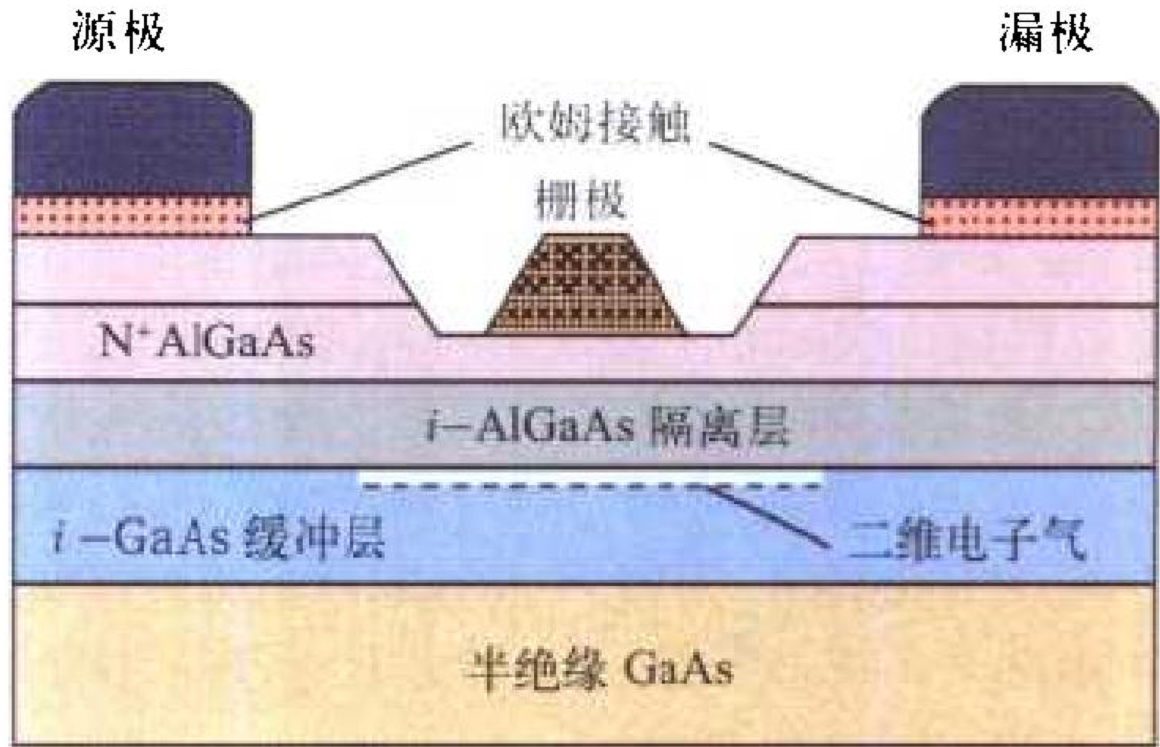
gaoci xiebo tishengbo xiezhenqi

**高次谐波体声波谐振器**　high-overtone bulk acoustic wave resonator　又称高音体声波谐振器。它由晶体（如立方晶系的 YAG、$MgAl_2O_4$，A 轴 $Al_2O_3$ 和 C 轴 $LiNbO_3$ 等）和其在两平行端面上的压电薄膜换能器构成，可以在两平行端面间距为声波半波长整数倍的所有频率上谐振并具有高 Q 值，而 Q 值是晶体和换能器薄膜声损耗、晶体均匀性、两端面平行度和端面负载的函数。它是高频（数百兆赫至数百吉赫）频率合成器良好的频率产生和选择器件。

（撰写：王宗富　毋开明　审订：胡爱民）

gaodianzi qianyilü jingtiguan

**高电子迁移率晶体管**　high electron mobility transistor (HEMT)　导电沟道内电子以具有高迁移率及高漂移速度的二维电子气方式运动的场效应晶体管。HEMT 又称为 MODFET，即调制掺杂场效应晶体管 (Modulation-doped FET)。典型的 HEMT的剖面结构如图所示。GaAs HEMT 是在半绝缘 GaAs 衬底上，通过精密外延生长未掺杂的 GaAs 层和 N 型AlGaAs 层，由于AlGaAs 一侧的导带能级高，电子从 N−AlGaAs 层移向 GaAs层，在 GaAs 一侧形成二维电子气。由于电子与掺杂层相分离（即所谓的调制掺杂），二维电子气的电子具有很高的迁移率，因此制成的场效应晶体管具有优良的微波性能。使用 $i$−InGaAs 沟道代替 $i$ − GaAs 沟道，可以提高电子的迁移率和二维化程度，称为赝配 HEMT (即 PHEMT)。GaAs 基 PHEMT 较 InP 基 HEMT 的性能差，但 InP 易碎，阻碍了它的发展。由与 GaAs 匹配的 AlAs 逐步




HEMT 结构图

过渡到 AlInAs，再实现 AlInAs / GaInAs 异质结构，实现了变异结构 HEMT (即MHEMT)。使用 GaAs 衬底的 MHEMT 完全达到了与 InP 基 HEMT 相似性能，因而具有强劲的发展势头。

（撰写：陈堂胜　审订：陈效建）

gaodu chuanganqi

**高度传感器**　altitude transducer　能感受被测物高度并能将其转换成可用的输出信号的传感器。按工作原理分为无线电高频回波式、激光式、压力式等传感器。其结构与所采用的工作原理有关。无线电式由接收发射天线和接收发射电路构成；激光式由激光器、接收激光单元和相应的检测电路构成；压力式由具有真空参考腔的绝对压力传感器构成。无线电高度传感器的工作原理是通过发出特定频率的电磁波、利用反射的回波来判断观测点与被观测点之间的高度差。此种传感器常被用于飞行器高度的测量；激光式高度传感器常用的工作原理有反射式和干涉式两种；压力式高度传感器是利用地理高度与气压对应的关系来测量相对高度。高度传感器主要用途是测量被测空间高度，以及飞行高度的变化。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

gaogonglü jiguang jingti

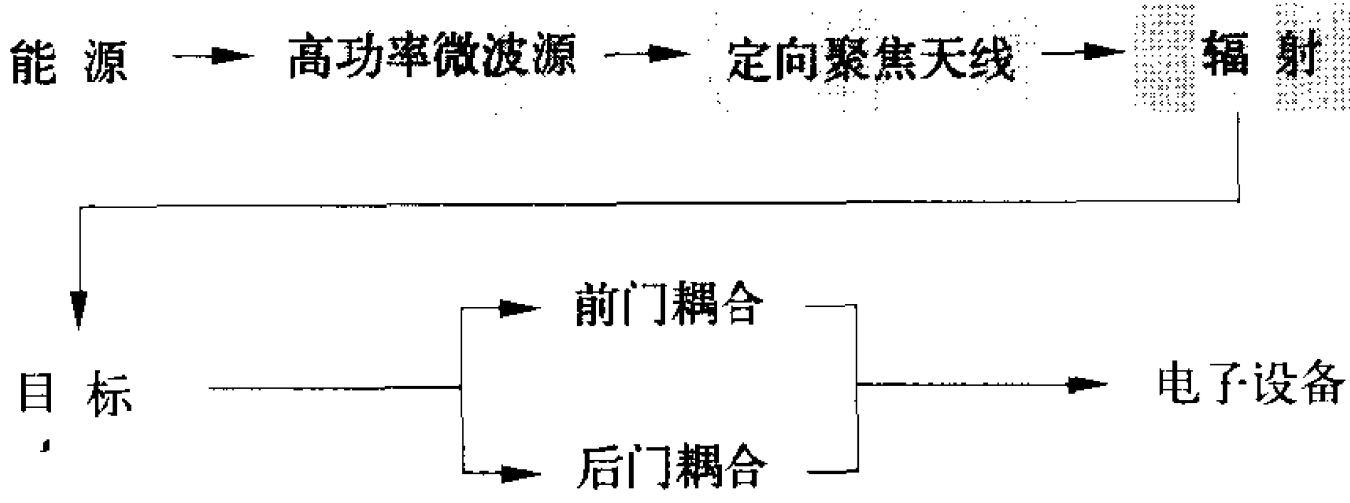
**高功率激光晶体**　high power laser crystal　能制作发射峰值功率兆瓦或平均功率百瓦以上激光器的晶体。这类晶体通常具有良好的光谱及热性能、机械性能优良并易于生长出高质量大尺寸单晶等特点。主要品种有掺钕钇铝石榴石 (Nd : YAG)、掺钕铝酸钇 (Nd : YAP)、红宝石 (Cr : $Al_2O_3$)、掺钕钆镓石榴石 (Nd : GGG) 和掺钕铝酸镁镧 (Nd : LMA 或 Nd : LNA) 等，其中Nd : YAG 是高功率（高平均功率）激光晶体的代表，这种晶体自 20 世纪 60 年代中期研制成功以来一直占据固体激光材料的主导地位，大尺寸的 Nd : YAG 激光棒在双灯泵浦下激光输出可超过 500 W，大尺寸板条可获得千瓦级激光输出，多级串联或有放大级的板条激光器输出功率则更高，高功率激光晶体在激光加工、军事等方面有广泛的用途。

（撰写：张振亚　审订：桂尤喜）

gaogonglü weibo wuqi

**高功率微波武器**　high power microwave weapon　又称为微波辐射武器或射频武器。沿一定方向发射强微波能量来毁坏敌方电子设备、武器装备和毁伤人员的一种武器。高功率微波武器的工作频率为 1～300 GHz、辐射功率为数吉瓦甚至数十吉瓦的强微波脉冲，能烧毁敌方电子信息系统中的关

键性电子器件，电路和传感器，引爆弹头和燃料库直至毁伤敌武器系统。它由能源、高功率微波源、定向天线和发射控制系统构成。高功率微波武器的主要攻击目标是敌方的雷达、通信、导航及武器制导等电子系统。其作战优势是：打击威力大；软硬杀伤结合、攻防兼备，是一种集软硬杀伤和多种作战功能于一身的新概念电子战武器系统。高功率微波武器目前还处于实验室研制阶段，不久的将来，战术性高功率微波武器将投入战场使用。




高功率微波武器定向发射系统原理图

（撰写：王 燕 审订：索以宾）

gaomidu fengzhuang

**高密度封装** high density package 对高集成度的集成电路、多芯片模块 (MCM)、三维 IC 芯片、高密度组件进行紧凑的封装，以保证集成电路和组件的可靠性。这类封装技术有陶瓷—金属外壳、金属外壳和塑料封装等。军事应用的微电子器件，为确保达到高可靠性目的，大都采用金属—陶瓷外壳和金属外壳，甚至采取特殊的抗辐照措施。大规模和超大规模集成电路的封装引出线或针栅阵列的栅针可以多达数十至数百，而多芯片组件的封装由于采用先进的倒装焊，并在内部连接成子系统，因此外引出线反而减少了许多，所以高密度封装不仅减小了体积、重量和成本，而且也大幅度地提高了可靠性。 （撰写：林金庭 审订：金毓铨）

gaomidu zuzhuang

**高密度组装** high density assembly 采用 SMT 组装工艺，使用电连接引出端中心间距 0.8 ~ 0.5 mm 的细间距、中心间距 0.5 ~ 0.3 mm 的超细间距或引出端中心间距更小的封装器件，器件的类型包括有球栅阵列、芯片尺寸封装器件、微形球栅阵列、倒装裸芯片、板上裸芯片等 SMD，具有很高的输入输出端 (I/O) 数量 (300 ~ 600)，基板焊点密度达 30~60/cm² 的组装技术，是当今国际上电路组装的主流技术。

（撰写：张文杰 审订：周志春）

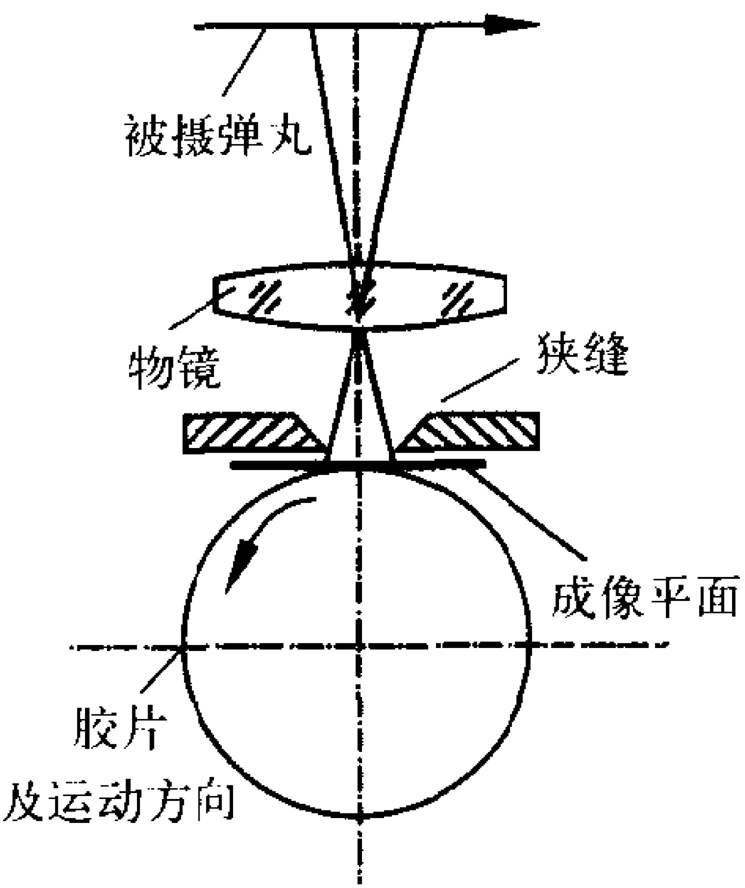
gaopin kaiguan dianyuan

**高频开关电源** HF switch mode power supply 用半导体功率器件作为高频开关，将一种电源形态转变成另一种电源形态的设备。例如直流转变成直流 (DC–DC)、交流转变成直流 (AC–DC)、直流转变成交流 (DC–AC) 和直流转变成交流再转变成直流 (DC–AC–DC) 等。高频开关电源体积小、重量轻、效率高、性能优越，已在雷达发射机中广泛应用。开关电源工作模式有两种：脉冲宽度调制 (PWM) 和谐振式。随着软开关技术的发展和开关电源的模块化，雷达发射机中 10 W 量级以上的电源可能完全由开关电源取代。

（撰写：徐功潜 审订：许鸿烈）

gaosu dandao zhaoxiangji

**高速弹道照相机** high-speed ballistic camera 高速记录、测量各种高速瞬态现象及其变化的照相技术设施。通常认为，凡曝光时间短于 1/1000 s 或拍摄频率高于 24 幅/秒的，都属于高速摄影范围。到 20 世纪 80 年代初期，拍摄频率最高已达 $10^9$ 幅/秒，曝光时间最短可达 $10^{-12}$ s，扫描速度可达 $6\times10^8$ m/s。在外弹道试验中，火花闪光照相及脉冲 X 射线照相广泛用于弹道测量，拍摄弹道在后效期及直线段上的飞行姿态；激光闪光照相机及变像管高速摄影机用于研究中间弹道、终点弹道，以及燃烧、爆炸过程；弹道同步摄影机和扁幅摄影机则主要用于拍摄弹丸出炮口近距离的运动参量；棱镜补偿式高速摄影机也可用于拍摄弹丸的运动参量，但大量用作监视性仪器，记录发射过程及初始段的各种瞬态现象，提供定性记录。一种弹道同步照相机工作原理如图所示。

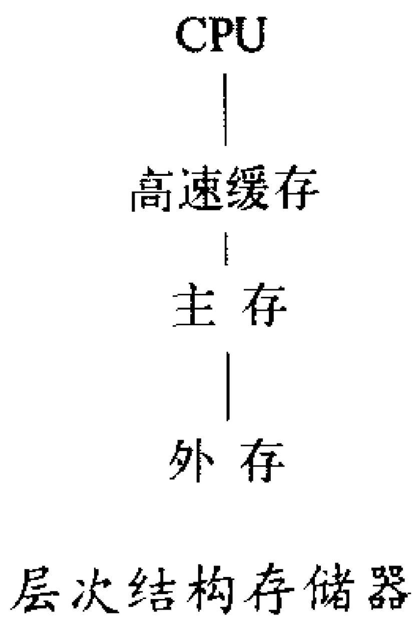



一种弹道同步照相机工作原理

（撰写：陈 旸 审订：孙 鉴）

gaosu huancun cunchuqi

**高速缓存存储器** cache 简称高速缓存。位于中央处理器 (CPU) 和主存储器之间，对程序员透明的一种高速小容量存储器。如图所示，高速缓存是现代计算机中，层次结构存储器的组成部分，它的高速可以弥补主存在速度方面的不足，平衡慢速主存和高速 CPU 之间速度的失配。由于 CPU 访问主存存在时间局部性（若某个位置已被访问，则短时间内很可能还会被访问）和空间局部性（若某个位置已被访问，则其邻近位置很可能也会被访问）。据此，只要尽量把近期访问过的指令和数据块存放在高速缓存中，在 CPU 每次访问主存时，都先访问高速缓存。若欲访问的指令或数据在高速缓存中，则称命中，否则，为不命中，再访问主存并把相应的主存块存入高速缓存中。当放不下时，则按块替换策略，把其中已有的某一块替换出去。高速缓存中的指令或数据，在程序运行过程中若发生变化，主存中的副本应作相应修改，以使它们保持一致。这样如果命中率较高，则在保持主存容量不变的情况下，其存取速度可接近高速缓存的存取速度，而命中率是与高速缓存的容量、块的替换策略和映射策略等有关。




层次结构存储器

（撰写：张学孝 审订：张金荣）

gaosu shishi shuzi xinhao chuli jishu

**高速实时数字信号处理技术** high speed real-time digital signal processing technology 主要包括以下内容：(1) 采用高速高性能 DSP 芯片，DSP 芯片主要有通用的数字信号处理器和专用的数字信号处理器。前者如 TI 公司的 TMS320 系列、AD 公司的 21 系列等，单片的速率已达 1600 MIPS，而且多采用经典指令结构：单周期多指令和多数据流结构，基本能够满足大多数系统的实时性要求。后者如一些为特定雷达使用而设计的 FIR 滤波器、FFT 芯片、数字下变频和正交处理芯片等，另外大容量高速 FPGA 技术的发展又使得信号

处理系统的实现简单化，如现有超过 100 万门的 FPGA 甚至可以用单片来实现一些专用而简单的雷达信号处理功能。(2) 优化信号处理算法和采用并行处理技术，优化和简化信号处理的算法可以加快信号处理算法的实现和提高信号处理系统的性能。采用并行处理的结构如单指令多数据流 (SIMD) 和多指令多数据流 (MIMD) 结构可以实现非常高的运算速度。(3) 信号处理设计手段的更新换代。随着上述两方面的发展，系统日趋复杂，信号处理机的硬件与信号处理机的调度控制软件、信号处理软件的设计和调试都变得十分复杂。采用传统的“手工”设计已无法适应需求。因而 EDA 技术便应运而生。目前的 EDA 设计可实现自顶向下的设计，建立各层的模型，逐级进行仿真和优化，最终进入具体的物理设计。设计输入手段也从以前单一的逻辑图输入到现有的 VHDL 语言、状态图、真值表等的混合输入，大大缩短了设计周期，减轻了设计师的压力。而信号处理软件的设计和调试可以采用高级语言和友好的用户界面来实现，提高了软件的继承性和适应能力。 （撰写：于文震 审订：张 良）



gaowen chaodaoti

**高温超导体** high-temperature superconductor 以铜氧化物为基础的超导材料，在结构化学上，它们都属于钙钛矿结构的衍生物。高温超导体的发现是以 1986 年 J. G. Bednorz 和 K. A. Miller 所发现的 $T_C$ 值为 35 K 的 $La_{1-x}Ba_xCuO_4$ 为起始点，由于其 $T_C$ 值已突破了传统的合金及金属间化合物超导体 $T_C$ 值的最高纪录 23.2 K ($Nb_3Ge$) 而得名为高温超导体。目前，已发现的高温超导体有 LaCuO、NdCuO、SrCuO、YBaCuO、BiSrCaCuO、TlBaCaCuO 以及 HgBaCaCuO 七大系列百余种材料。用高温超导体可研制液氮温区工作的低插损微波无源器件及应用于通信、雷达、宇航等方面的高灵敏度微波子系统；高温超导量子干涉仪可用于研制高精度的电磁检测系统；高温超导红外探测器及阵列是一种高精度的红外检测器件；采用高温超导体研制的超高场超导磁体可广泛应用于核磁共振成像、磁力驱动系统、超导磁悬浮系统等领域。 （撰写：刘兴钊 审订：李言荣）

gaowen gongshao taoci

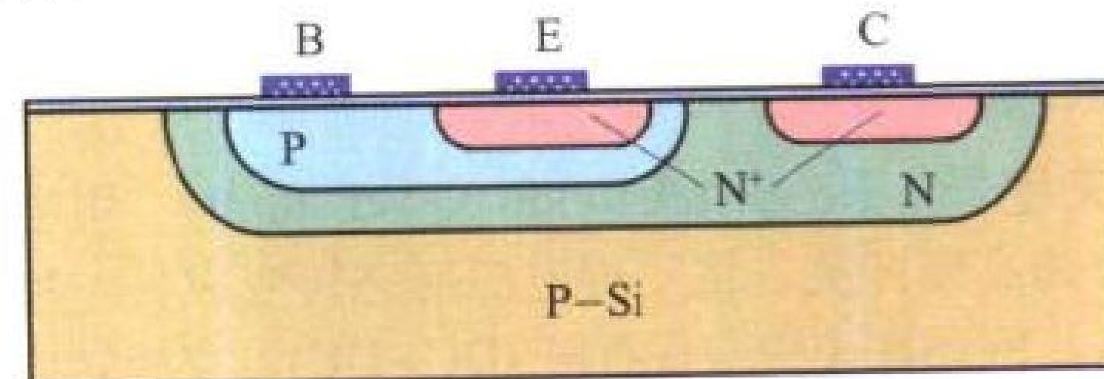
**高温共烧陶瓷** high temperature cofired ceramics (HTCC) 在高温下与布线导体一次性共烧并主要用于集成电路封装的专用的陶瓷材料。它是在陶瓷生坯片上印刷导体图形，制作互连通孔，然后将多层生坯片对准叠压后，经高温烧结并形成整块独石结构陶瓷体。由于烧结温度高（一般在 1500℃ 以上），陶瓷常采用 92% ~ 96% 的 $Al_2O_3$、AlN 或莫来石等陶瓷材料，相应的布线导体材料采用 W、Mo、Mo–Mn 等难熔金属，所用瓷料与电极或布线导体在高温下一次性烧成，故称高温共烧陶瓷。采用此材料制作多芯片组件 (MCM) 用高密度多层布线基板，是当前的主要应用领域。采用高温共烧陶瓷制作的多层互连基板最有名的是 IBM 公司生产的TCM 组件（热传导模块），布线层数 33 层、每块生坯片尺寸 90 mm × 90 mm，在其上组装 118 个 LSI，每个芯片有 121 个 I/O 焊点，布线长度 120 m，总功耗 300 ~ 500 W。高温共烧陶瓷多层布线基板的主要优点是具有优良的电绝缘性能和抗折强度，缺点是氧化铝陶瓷的热导率不高，陶瓷的热胀系数 ($7.0 \times 10^{-6}$ / ℃) 比 Si 的大将近 1 倍，热失配大；布线材料的电阻率高，不利于形成细线图形，不利于提高组装密度；其介电常数较大 (9.5 左右)，不利于电路信号的高速传输；此外，还有烧结温度高、需要还原气体、工艺较复杂等。 （撰写：杨邦朝 审订：张树人）

gaowendingdu pinlüyuan

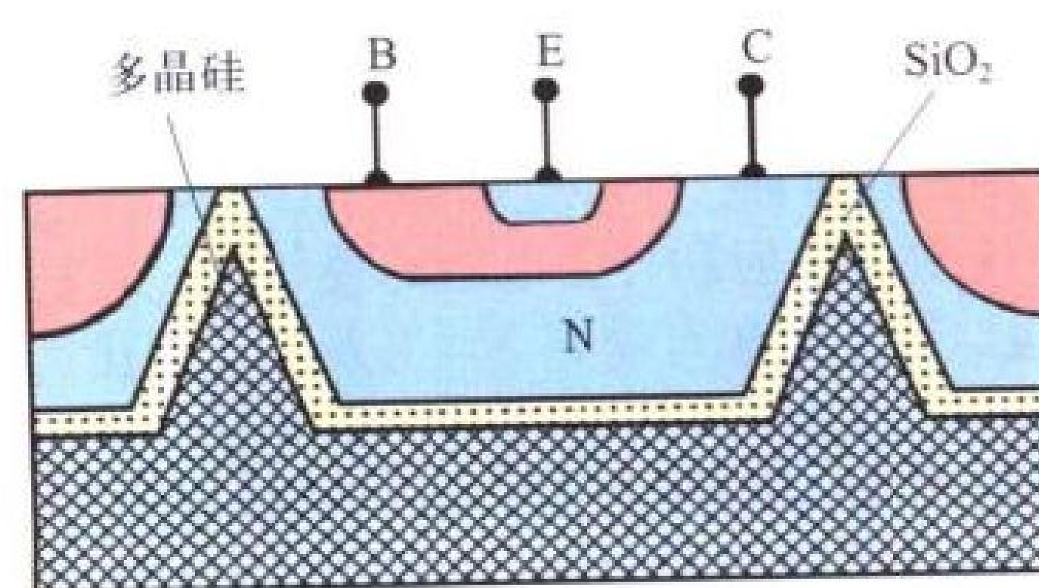
**高稳定度频率源** high-stability frequency source 现代雷达系统中，能在需要的频段内，提供单个或多个瞬时频率稳定度达 $10^{-10}$/ms 以上(时域表征) 的频率信号的装置。高稳定度频率源提供雷达所需的发射激励，接收本振及全机定时信号。现代雷达要提取和利用目标回波的频率或相位信息来完成其主要功能，如果雷达频率源本身存在频率或相位起伏，必然会影响雷达系统的性能。故高稳定度频率源是现代雷达的关键设备，频率稳定度是现代雷达的关键指标。频率稳定度是频率源输出信号的频率起伏特性的量度（实质是频率的不稳定度而习惯上称为稳定度）。频率稳定度依据时间的长短，可分为长期频率稳定度（称长稳）和短期频率稳定度（称短稳或瞬稳），通常以秒为界，秒以下量级为短稳（瞬稳），秒以上量级为长稳。长稳主要是元件老化、环境温度变化、电源电压波动等原因形成的，其变化通常是单向的、缓慢的。短稳主要是频率源系统内各种随机噪声引起输出信号的相位（或频率）瞬时随机起伏。由于现代雷达提取和利用目标回波信息是实时进行的，所以短期频率稳定度（瞬稳）与雷达性能密切相关，阿仑方差和单边带相位噪声功率谱密度分别从时域和频域表征了短稳的性能。现代雷达从电子对抗需要出发，除了对雷达频率源（包括发射激励源和本振源）需要有足够高的频率稳定度外，还应在频段内进行自适应捷变频，故现代雷达通常采用微波频率合成器作为雷达的高稳定度频率源。微波频率合成器种类繁多，但根据其原理可分为两大类：直接式合成器和间接式合成器。 （撰写：朱元昌 审订：王福如）

geli jishu

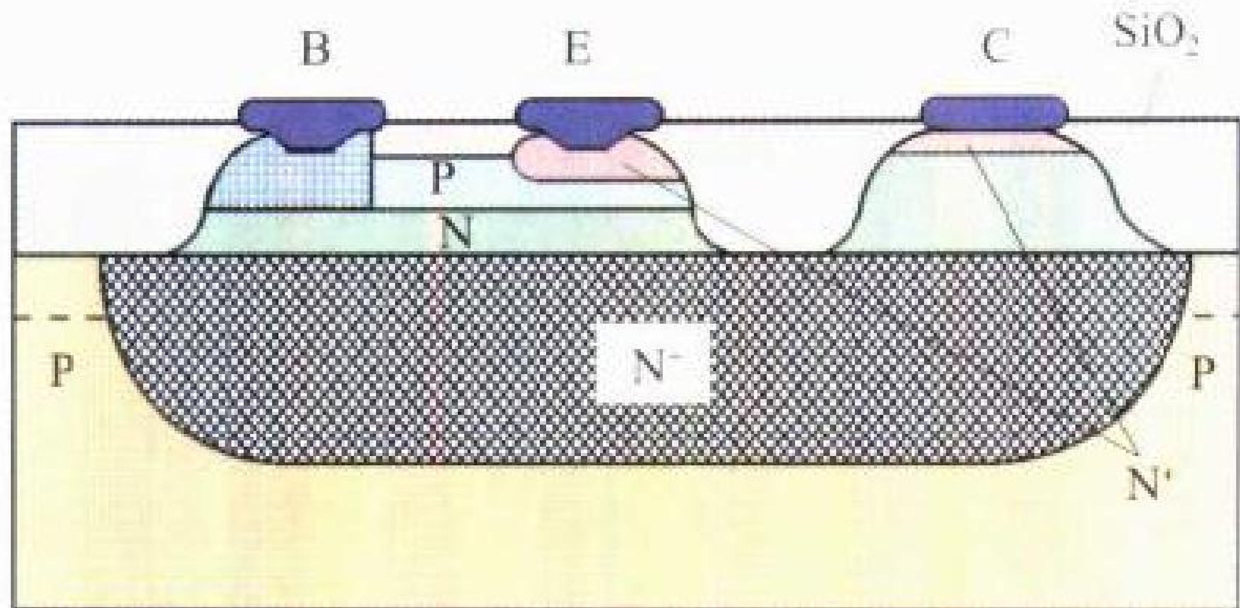
**隔离技术** isolation technique 在 IC 工艺中，实现各种元器件或电路在电学上相互隔离的方法。硅集成电路中采用的隔离方法有：P–N 结隔离、介质隔离、P–N 结—介质混合隔离等。如图所示，P–N 结隔离法一般采用扩散或注入工艺，介质隔离一般采用氧化，生长磷硅玻璃、硼硅玻璃，以及刻槽回填介质等方法。P–N 结隔离利用的是反向偏置 P–N 结的隔离作用，它的缺陷是：(1) 在通常的掺杂水平下，P–N 结的击穿电压不高；(2) P–N 结的结电容较大，限制了电路的工作速度；(3) 强辐射环境中的 γ 射线能在 P–N 结中产生瞬态光电流，从而导致隔离失效。因此在高压、高速、




(a) P–N 结隔离




(b) 介质隔离



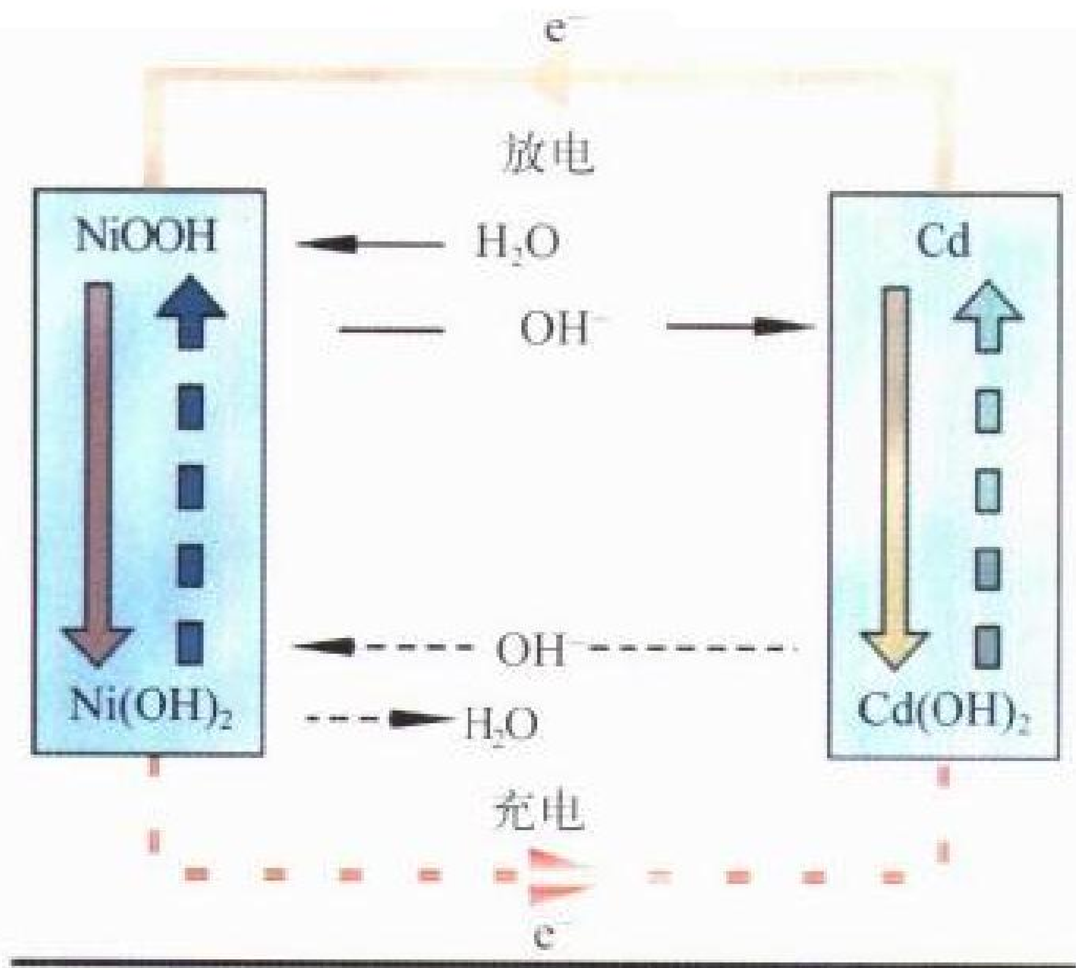

(c) P–N结—介质混合隔离

硅集成电路中采用的隔离方法

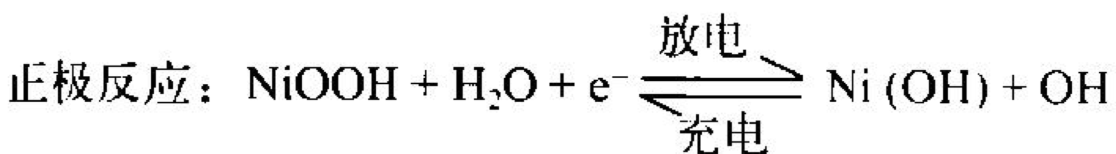
强辐射环境中应用的IC电路最好采用介质隔离。工艺上P–N结隔离比介质隔离简单，但介质隔离其隔离性能优于P–N结隔离。此外还有注氧隔离(SIMOX)等方法。化合物半导体集成电路形成隔离的方法有离子注入隔离、P–N结隔离、台面腐蚀回填介质隔离等。离子注入隔离和回填介质(SiON、聚烯亚胺等)都是采用高阻介质，一般隔离效果较好。在异质结器件(HBT、HFET)中经常使用P–N结或应变层、缓冲层作隔离层。　（撰写：黄念宁　审订：陈效建）

genie xudianchi

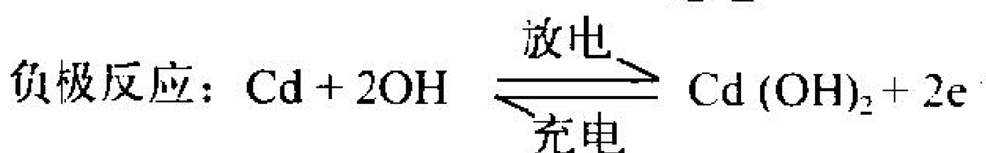
**镉镍蓄电池** cadmium nickal battery　简称镉镍电池。它是最常见的碱性蓄电池之一。镉镍电池正极活性物质是氢氧化镍(NiOOH)，负极活性物质是海绵状金属镉(Cd)，KOH或NaOH的水溶液作电解液。该电池的特点是：易于充电、寿命长、维护方便，可以制成无需维护的密封和全密封结构。镉镍电池按照电极结构分为两种：(1)有极板盒电极，包括袋式和管式电极；(2)无极板盒电极，包括多孔烧结电极、泡沫镍(或纤维镍)电极、拉浆(涂膏)电极等。各类电极均可制成开口式和密封式两类电池。大容量电池采用有极板盒电极，开口式居多；密封电池采用无极板盒电极的居多。电池的工作原理如图所示。镉镍电池在军事上的最早应用范例是德国



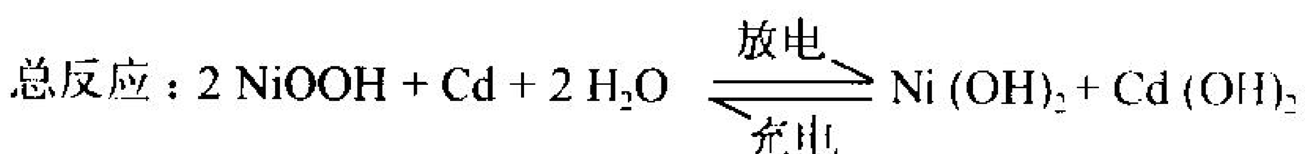

电池的工作原理图



正极反应：$NiOOH + H_2O + e^- \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ni(OH) + OH$



负极反应：$Cd + 2OH \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Cd(OH)_2 + 2e$

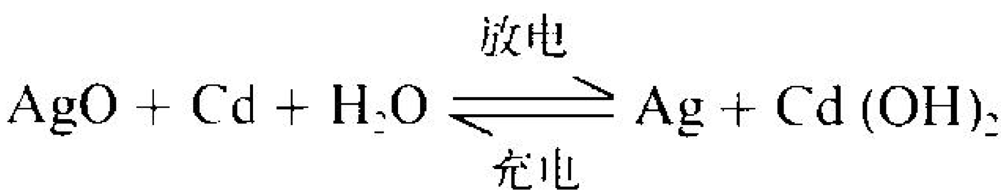


总反应：$2NiOOH + Cd + 2H_2O \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$

的V–2飞弹。现在广泛地用于喷气式飞机、夜视仪、导弹制导、炸弹引信等。我国1971年发射的“实践”Ⅰ号卫星就是用的1 A · h全密封镉镍电池作贮能装置，与太阳电池联用在轨工作了8年4个月；“风云”Ⅱ号和“东方红”Ⅲ号卫星用的是容量更大的全密封镉镍电池(分别为17 A · h和45 A · h)。　（撰写：汪继强　审订：宋海德）

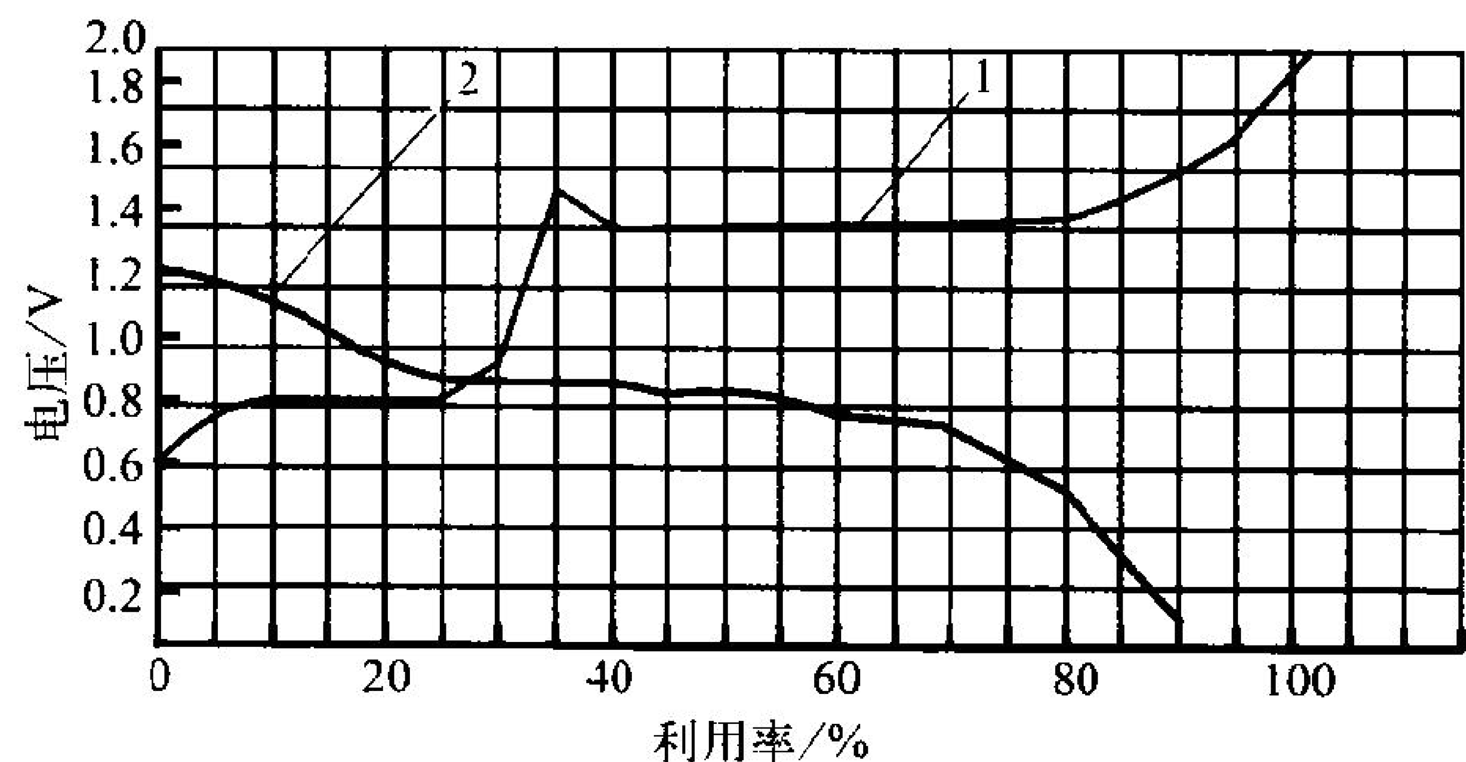
geyin xudianchi

**镉银蓄电池** cadmium silver battery　采用Cd为负极的活性物质和AgO为正极的活性物质的一类碱性蓄电池的总称。电池的负极用活性金属镉粉和氧化镉粉通过涂膏或压制等方法制成，正极用活性金属银粉压制再经充电(化成)制成的，两极之间包缠的隔膜与锌银蓄电池用隔膜相似，电解液采用30%～40%的KOH水溶液，电池外壳多用尼龙注塑成形。电池的开路电压为1.40 V，工作电压为0.9～1.1 V左右，镉银蓄电池的电化学反应式为



$$AgO + Cd + H_2O \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ag + Cd(OH)_2$$

该蓄电池的特点是：充放电循环寿命和电池的湿寿命(指电池从加注电解液起到电池失效，保证的时间期限)比锌银蓄电池略长，深充放电(即充放电容量与设计容量之比大于50%)工作时的循环寿命为300～500次，浅充放电(即充放电容量与设计容量之比小于50%)工作时的循环寿命为2000～3000次，湿寿命一般为1年以上；低放电倍率(放电倍率是指电池负载电流与电池额定容量之比)下工作时(如小




镉银蓄电池充放电标准曲线图

1—典型的充电曲线；2—放电曲线(放电电流：1.5C)

于1C)，比能量约为50～80 W · h/kg。按实际需要，电池有干荷电、干放电、湿态全密封等结构形式。电池外形与锌银蓄电池相似。由于电池充放电循环寿命较长，镉负极能将电池过充电时析出的氢和氧复合成水，起消气作用。因此电池可制成全密封状态，满足飞行器的使用要求。该电池充放电曲线如图所示。　（撰写：王世达　审订：宋海德）

geren tongxin

**个人通信** personal communication　从广义概念讲是人类通信的最高目标，它是用各种可能的通信技术，实现任何人在任何时间、任何地点与任何人进行任何种类的信息交换。国际电信联盟对通用个人通信(UPT)的定义为：即个人通信允许在个人移动的情况下使用电信业务，它能使个人通信用户享用一组由用户规定的预定业务并利用一个对网络透明的通用个人通信号码，在全球跨越多个网络，可在任何时候、任何地理位置的任一个固定的或移动的终端上发生呼叫或接收呼叫，它只受终端和网络能力及个人通信业务提供者所加限定的限制。该定义强调了个人的移动性，表明个人通信是以移动的人作为通信对象，而不是以移动的终端为通信对象，个人通信以通用个人通信号码取代通信终端的号码。个

人通信的狭义概念指个人通信服务（PCS）和个人通信网(PCN)，指工作频段在 1.8 GHz 的微蜂窝移动通信系统和网络。（撰写：李少谦　审订：李振邦）

geren tongxin weixing zhongduan

**个人通信卫星终端**　personal communication satellite terminal　通过卫星实现个人通信的终端。移动通信的下一步发展，将进入个人通信。国际电信联盟 ITU 称为通用个人通信(UPT)，在北美称为个人通信业务 (PCS)。实质上是指对任何地方、任何时候、通过任何媒介都能提供通信服务，或者说个人通信是一种在任何时间、任何地点与任何人进行任何业务联系的通信方式。通信者必须携带个人终端，按照个人专用的身份证号码呼叫，就可以与其他人进行通信，并且不受双方位置、距离、环境和传输设备的限制，可以说是一种最为理想的移动通信。尽管地面移动通信发展十分迅速，但地面网仅能覆盖密集的城市地区。因此，只有利用卫星通信实现全球覆盖，并与地面移动通信结合，才能实现理想的全球个人通信。人类正在向着这个方向努力。全球星系统和 ICO 系统开发的卫星通信终端可成为个人通信卫星终端的雏形。具有体积小、重量轻、便于携带和安装等优点。如全球星手持机有三模、双模和单模三种，可进行 9.6 kb/s 话音、传真、数据以及短信息服务；ICO 手持机，使用 Inmarsat 3 号星的点波束，重量为2 kg，可在全球范围全天候接通电话 (4.8 kb/s)，传真、传输数据 (2.4 kb/s)，有陆用、车载、机载和船 (舰) 载终端。（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

gexiang tongyixing daodian zhanjie

**各向同/异性导电粘接**　isotropic / anisotropic conductive adhesion　各向同性导电粘接是指采用各向同性 (即无方向性) 的导电粘接材料 (通常是在环氧树脂中添加金属粉末以增加电导率，而最常用的添加金属粉末是银粉) 将芯片粘接在封装外壳或电路基板等载体上，实现芯片与载体间电气和结构的可靠互连。各向异性导电粘接是指采用各向异性 (即有方向性，在垂直于基板载体的 $Z$ 方向导电，而在 $X$–$Y$ 平面方向不导电) 的导电粘接材料 (通常是在粘接基材中以远低于所选导电粉末的渗透门限的集中方式添加金属粉末，控制金属粉末的集中度以便在 $Z$ 方向上有足够多的金属粉末来保证连接部件之间的可靠导电，而在 $X$–$Y$ 平面方向上只有少量金属粉末以实现绝缘) 来实现被连接部件之间在 $Z$ 方向上的可靠电气互连和 $X$–$Y$ 平面方向上的绝缘。这种连接方式常在超细间距 (约 50 μm) 器件的电气互连中采用。（撰写：严伟　审订：周德俭　李怀霞）

genzong leida

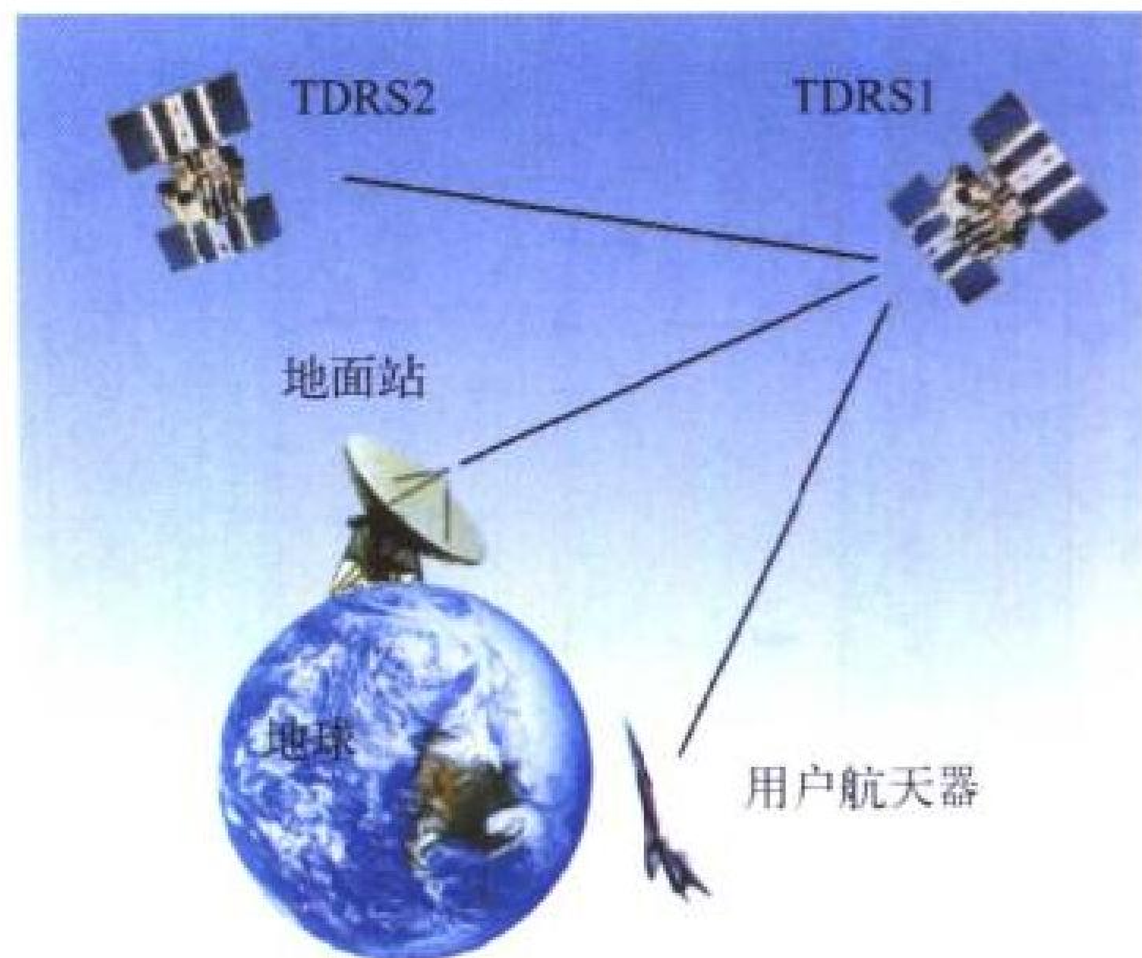
**跟踪雷达**　tracking radar　能对目标进行自动跟踪的雷达称为跟踪雷达。通常是用一个抛物面反射体或平板阵列天线产生一个窄的笔形波束，通过序列波瓣或单脉冲敏感器产生误差信号，用机电随动机构来保持天线波束轴向一直对准目标。现代多目标跟踪雷达采用电扫描阵列天线来产生单脉冲测角所需的波瓣图，按一定的采样率顺序地对若干目标进行照射采样，并支持跟踪回路对相应目标进行跟踪。与边扫描边跟踪 (TWS) 雷达的区别在于该类雷达的波束指向是由跟踪回路控制的。跟踪雷达一般采用圆锥扫描技术或单脉冲技术，目前应用最广泛的是单脉冲技术 (参见*单脉冲雷达*)。单目标跟踪雷达的天线采用抛物面反射体、固定透镜或平板阵列天线；多目标跟踪雷达采用相控阵天线。跟踪雷达主要应用于火控、导弹制导及试验靶场测量。（撰写：王德纯　审订：张光义）

genzong qishi

**跟踪起始**　track initiation　从雷达回波中提取出新的目标点迹并开始建立目标航迹的过程。雷达回波经点迹录取处理后形成点迹，这些点迹中有目标点迹，有杂波和虚警点迹，其统计特性不同。同批目标在相邻观察周期中所得到的点迹有较强的相关性，用相关算法从中找出这些目标点迹，开始建立目标航迹，并删除杂波点和虚警点，这个过程称为跟踪起始。具体实现过程是：与已跟踪目标无关的点迹作为新出现点迹，以它为中心，依据目标可能的运动速度、雷达的扫描周期及测量误差，确定点迹与点迹间关联的首次相关波门。一个新点迹与下周期落入首次波门的所有点迹可以试联出一条或数条初始航迹，之后用估计的运动速度确定下周期的预测位置，根据预测误差和雷达测量误差建立跟踪波门。当下周期的点迹落入跟踪波门，则将满足航迹起始准则的相关点迹建成一条新航迹，并继续预测再下一个周期的位置，建立新的跟踪波门，实现航迹的相关跟踪。由于剩余杂波在相邻扫描周期之间的位置几乎不变从而被剔除，离散的虚警噪声不具相关性，一般起始不了航迹。（撰写：徐振来　审订：吴增辉）

genzong yu shuju zhongji weixing xitong

**跟踪与数据中继卫星系统**　tracking and data relay satellite system (TDRSS)　利用同步卫星和地面终端站，对中、低轨飞行器进行高覆盖率测控和数据中继的系统。该系统由地球同步卫星、用户航天器应答机、地面中心站三大部分组成，具有跟踪测轨和数据中继两方面的功能。美国已建成的 TDRSS 系统使用 S 和 Ku 两个频段。TDRSS 系统对用户航




跟踪与数据中继卫星系统

天器提供三种类型的服务，Ku 频段单用户勤务，利用其宽频带和中继卫星的高增益天线为单个用户提供最高可达 800 Mb/s 的高速数传；S 频段的单用户勤务，为单个用户提供中等速率的数传，最高可达 12 Mb/s；S 频段的多用户勤务，能同时为用户提供 0.2 ~ 100 kb/s 的扩频通信。三种勤务均能在数传通信的同时完成对目标距离和距离变化率的测量。该系统使用 3 颗经度相距120° 的中继卫星对中、低轨航天器的测控及通信覆盖率可达到 100%，与其他测控系统相比，可大大减少地面站数量和维护费用。（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

genzong yu shuju zhongji weixing xitong dimianzhan

**跟踪与数据中继卫星系统地面站** TDRSS earth station 前向链路中所有的指令、跟踪、话音和电视信号的发射和反向链路中所有下行遥测、遥感、跟踪和话音信号接收的处理系统。它完成射频信号的处理和信号的中间处理，如调制、解调、纠错编码和解码等，但并不产生正向链路中的指令或数据，也不负责反向链路数据的最终分路、检测或其他处理，反向数据经初步处理后，直接送往各自的控制中心和地面用户，即进行透明传输。它由地面终端站、中继卫星定位分系统、模拟校验分系统、TDRSS 网控中心、测控中心、动力学计算中心、用户操作控制中心、通信网、天线极化轴比测试和验证设备和S 波段应急 TT&C 测控站等分系统构成。S 波段 TT&C 测控站在发射中继卫星和中继卫星系统建成后作应急使用。（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

genzong yu shuju zhongji weixing xitong yonghu zhongduan

**跟踪与数据中继卫星系统用户终端** TDRSS user terminal 又称跟踪与数据中继卫星系统用户应答机。用户航天器上对前向链路信号进行相干转发，对观测数据进行编码、调制发射的装置。具有 TDRSS 和 TT&C 两种工作模式和双频段 (S/Ku 或 S/Ka)。在 TDRSS 方式时，其正、反向线路均采用 QPSK (或 UQPSK、SQPSK) 调制和 (或) PN 码扩频，正向 QPSK (或 UQPSK) 数据将通信、遥测数据和遥控指令与测距信息融为一体。用户航天器上的应答机对前向链路信号进行相干转发，对观测数据进行编码、调制发射。用户航天器终端具有转发测距 PN 码、接收遥控指令、发射遥测信息，以及用户航天器与中继卫星间的中、高速数传等功能。TT&C 方式时，对载波进行 PM 调制，用残留载波测速，不同频率的副载波分别传输测距、遥测、遥控信息。以相参方式转发，具有测距音转发、遥控指令接收、遥测副载波发射等功能。它与中继星、地面中心站联合工作，构成一个完整的 TDRSS 系统。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

genzong yu shuju zhongji weixing zhuanfaqi

**跟踪与数据中继卫星转发器** TDRSS transponder 中继卫星上，接收地面终端站 (或用户航天器) 发射的信号，进行放大、变频等处理后，转发给用户航天器 (或地面终端站) 的技术设施。包含 S 频段、Ka (或 Ku) 频段接收机、发射机，以及相应的中继卫星正向链路的分路处理机和反向链路复用处理机，这些都是中继卫星上重要的有效载荷。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

gongcheng shujuku

**工程数据库** engineering database 为工程应用的特殊需要而设计的、用于存储工程信息的数据库。工程数据库产生在 20 世纪 70 年代末，由于在 CAD/CAM、CIMS 等典型的工程领域中，反映产品的几何、物理、技术、工艺特性的工程数据结构复杂、类型繁多、联系密切、可变性强、存储量大，建模能力较弱的传统的数据模型已不能完全适应工程管理的需要，人们转而发展新的数据模型，如关系—网状混合模型、扩展的关系模型、面向对象数据模型等，来创建工程数据库。工程数据库中存储的数据主要分为两种：静态数据和动态数据。前者涉及在产品设计环境中可预知的信息，如设计的规划、方法和知识等；后者涉及到设计对象在设计过程中产生的信息，是不可预知的和要经常修改的，由此形成了不同的数据库版本。根据工程应用的特点，一个工程数据库系统的主要功能有：(1) 支持在应用程序运行时对数据库模式的动态定义和修改；(2) 能描述复杂的或长度可变的或非结构的数据类型，反映各种设计语义和层次以及复杂对象之间的关系；(3) 支持设计规则的检验和数据一致性约束的实施；(4) 能有效地管理数据的分卷存储，提供快速存取和整体化操作能力；(5) 具有数据库版本管理机制，支持设计的长期性、试探性和协作性；(6) 具有灵活的事务管理机制，支持工程设计中的长事务处理；(7) 提供计算完备的数据库程序设计语言和交互式图形开发环境。

（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

G

gongyi gongkuang zutai

**工艺工况组态** configuration of process conditions 用软件来组织或改变计算机数字控制 (CNC) 设备控制系统的结构和设定控制器的参数的做法。CNC 工艺设备，其工艺工况及参数不是固定的，而是针对工件实时选定的，这就是它的所谓“柔性”优势。与此同时，也出现了使用它之前要把它的工艺工况设置到所需状态的特有做法，这就是工艺工况的组态。当有多台这种工艺设备组成生产线时，如 PCB 的插装、贴装生产线，起动它们前的工艺工况组态的设计与设定就成为了使用这种先进设备的关键。

（撰写：周志春　审订：李怀霞　张为民）

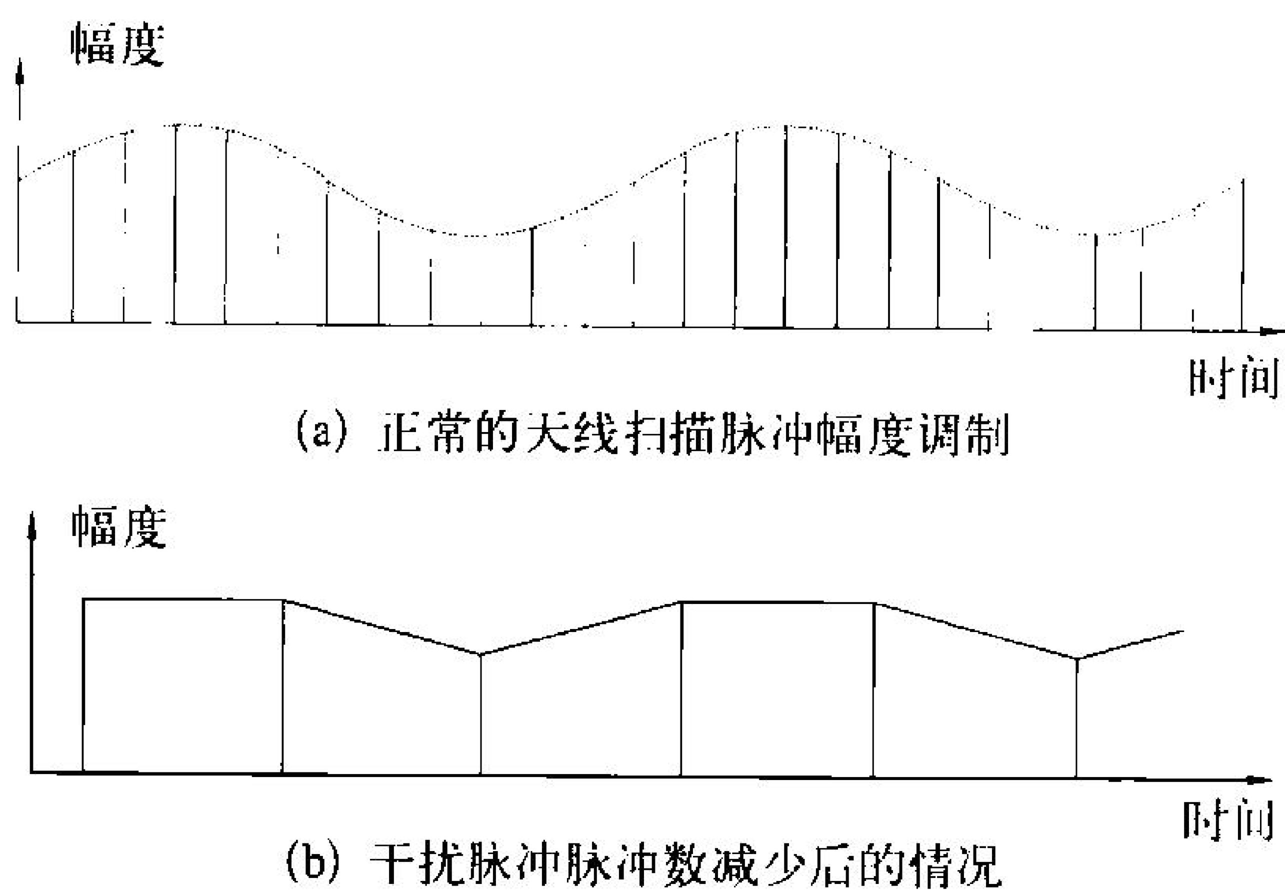
gongyi jiance yiqi

**工艺检测仪器** process monitoring system 用于检测与监控集成电路生产过程中工艺质量的专门仪器。它与 PCM、SPC 相结合，通过检测诸工艺的关键参数，使 IC 生产线各个工艺受控，确保产品的成品率、一致性、质量和可靠性达到最佳化。主要工艺检测仪器按功能分有：膜厚、结深、图形、晶片表面颗粒度等几何尺寸的测量仪器；半导体材料的完整性、掺杂分布、缺陷、应力等材料物理量的测量仪器；薄膜组分、腐蚀速率、抗蚀性等化学量的检测仪器；方块电阻、界面态、漏电流、电压、电容、电阻、电感、$C-V$ 特性、$I-V$ 特性等反映工艺和基本元器件特性的检测仪器等。常用的工艺检测仪器有晶片表面颗粒度监测仪、$C-V$ 测试仪、扩展电阻测试仪、椭偏仪、$\alpha$ 台阶仪、应力测试仪、光学显微镜、线宽测量仪、多功能参数测试仪、扫描电子显微镜等。随着技术的不断发展，工艺检测仪器的检测方式将主要向非破坏性测量、非接触性测量和工艺在线监控等方向发展。（撰写：乔宝文　审订：陈效建）

gongzuobi dijian

**工作比递减** countdown 又称自动增益控制欺骗。通过逐渐减少转发工作比的方法，使采用自动增益控制的圆锥扫描雷达和某些单脉冲雷达产生角度误差的一种干扰技术。采用这种干扰技术，干扰机首先转发截获脉冲，同时采用距离波门拖引或速度波门拖引等技术手段将雷达跟踪波门从真目标上拖开，使雷达跟踪到假目标上，然后逐渐减少干扰脉冲数，使得雷达不能得到足够的脉冲数来正确提取幅度调制信息，从而无法求得角跟踪误差。工作比递减干扰技术对采用自动增益控制环路的雷达来说，还有另一种效应。由于低脉冲率即低的信号平均功率，使得雷达自动增益控制环路调整

其接收机增益，最终导致饱和。这样就消除了雷达天线扫描所产生的脉冲串幅度调制，因此破坏了雷达利用脉冲串幅度调制进行角度跟踪的目的。工作比递减干扰原理如图所示。




(a) 正常的天线扫描脉冲幅度调制

(b) 干扰脉冲脉冲数减少后的情况

工作比递减干扰原理示意图

对于角跟踪雷达或依靠获得其他回波调幅信息而工作的雷达来说，工作比递减欺骗干扰是一种有效的干扰技术。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

gongzuozhan

**工作站** workstation　具有专门软/硬件配置的，供专业人员个人使用的高性能台式计算机系统。不同用途的工作站，需要配置专门的软硬件。例如图形工作站，需要图形的输入输出设备，如数字化仪、扫描仪、绘图仪、高分辨率的彩色显示器和图形卡，各种相关设备的驱动程序、图形包、图形数据库和图形编辑系统等。与通用的高档微机相比，工作站的高性能主要表现在处理器性能、总线结构、图形处理能力、系统扩充能力和丰富的应用软件支持等方面。工作站在CAD、CAM、CAE等领域用得最多，主要是机械和电子CAD、CAM、建筑设计、模具设计、系统仿真/模拟、广告与影视制作等。在石油勘探、地震数据处理、大型工程分析等计算领域，由于需要存取大量数据和进行高速计算，经常是采用工作站与服务器相结合的方法。如图所示为图形工作站。

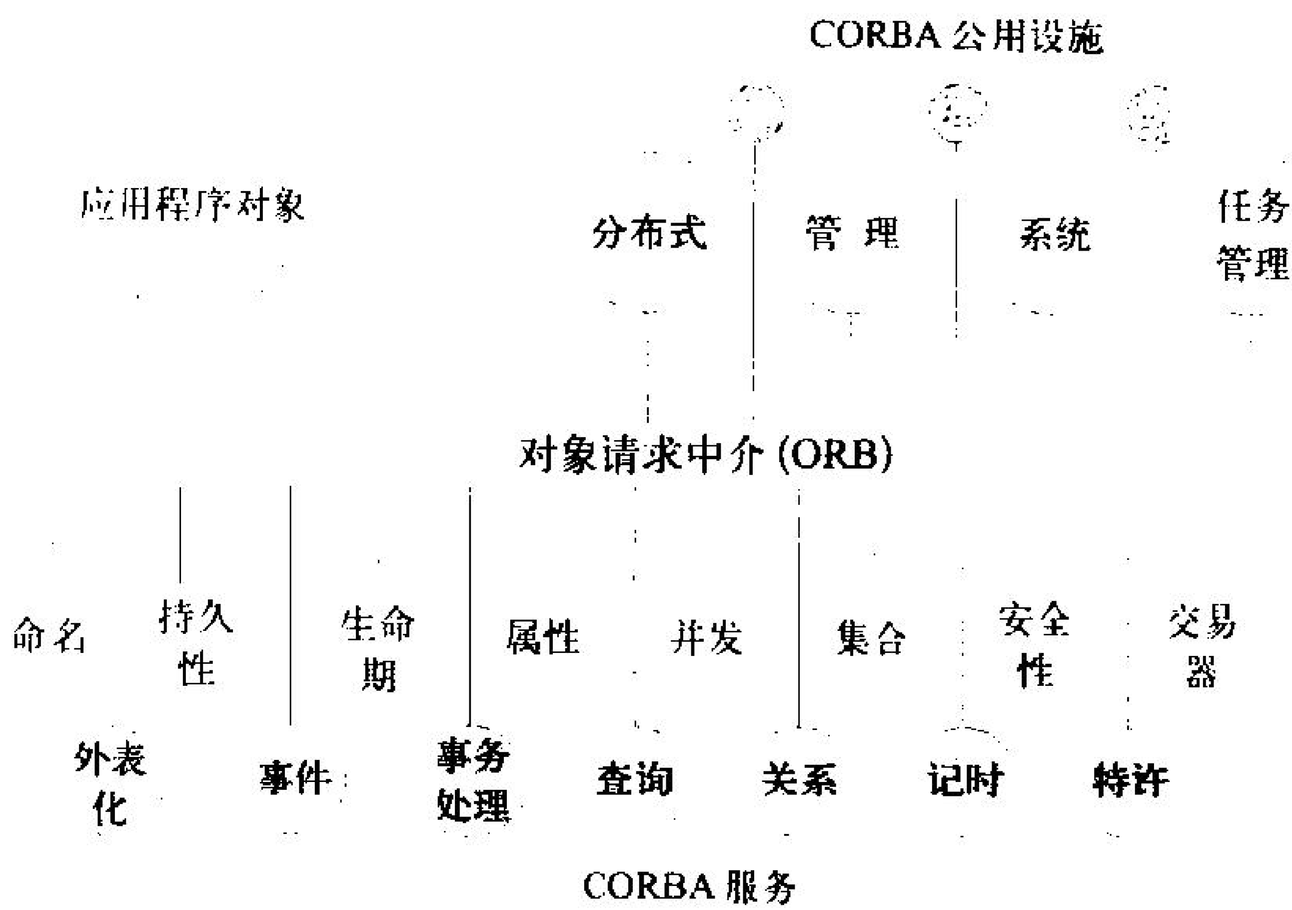


图形工作站

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

gonggong duixiang qingqiu zhongjie jiegou

**公共对象请求中介结构** common object request broker architecture (CORBA)　对象管理组织(OMG)制定的一个面向对象的分布式中间件规范。它通过自描述的接口定义语言(IDL)所编写的组件和服务为应用程序提供了跨操作系统、语言、工具和网络的访问及互操作。其体系结构如图所示。其中，对象请求中介(ORB)定义了CORBA对象总线，所有对象都可以通过它透明地向本地或远端的其他CORBA对象发出请求或接受响应；CORBA服务是IDL定义的系统级服务集合，是ORB功能的扩充与补充，用户可以用其来创建和命名组件，并在CORBA环境中引用；CORBA设施是IDL定义的，向应用对象提供直接应用服务的框架集合；应用程序对象，是CORBA基础结构的最终用户，它提供了商务对象的应用环境，而商务对象则可以利用已有的CORBA组件、CORBA提供的服务，或使用IDL对传统的服务器应用程序进行封装来实现。




OMG对象管理体系结构图

（撰写：邵培南　晏　平　审订：瞿兆荣）

gonggong shujuwang

**公共数据网** public data network (PDN)　电信部门或服务提供商提供并经营的数据通信网络。传统公共数据网络分为电路交换、分组交换和租用电路三种类型，分别称为CSPDN、PSPDN、DDN。技术发展促使不同交换形式和业务类型可在同一个网络平台上得到支持，例如电话网用户端接入调制解调器可以传送低速数据业务，利用ISDN可以支持电路交换和分组交换数据业务，后者部分技术又逐渐发展成为帧中继网络，代替早期技术复杂、效率不高的X.25分组交换数据网。近年来采用信元交换方式的ATM发展很快，已成为高速和高质量广域网建设首选的主要技术之一，其适配业务包括分组数据业务、类似时分复用(TDM)的电路仿真业务等，可满足实时性要求高、大业务量数据传输，甚至话音、图像等业务的需要。（撰写：汪思荣　审订：智少游）

gongkai miyao jichu sheshi

**公开密钥基础设施** public key infrastructure　由公开密钥密码设备和一系列支持性技术服务组成，以证书认证中心(CA)和有关的证书管理设施为核心，为网络化的大规模电子商务建立的认证服务和仲裁机构。其中涉及一系列重要内容，如信任模型、如何建立多个CA之间的相互关系、将不同的认证策略(政策)与不同的认证路径相结合的方式、证书管理协议、找出并使认证路径生效的方式等。有些问题(如信任模型)还涉及具体应用环境中的法律问题。由于公开密钥密码技术可方便地支持建立强有力的鉴别框架、支持抗抵赖(抗否认)和抗假冒等，公开密钥基础设施在网络化的电子商务、军政事务管理等方面正被越来越广泛地使用。

（撰写：蒋继洪　审订：穆良知）

gonglü chuanganqi

**功率传感器** power sensor　一种能接收或感应被测信号功率(能量)的变化，并转化为与被测功率成正比的直流或低频信号的一种器件。它通常安装在功率计探头之中使用。常用

的功率传感器有：热敏电阻传感器、热偶式功率传感器、二极管功率传感器等。功率传感器的主要技术指标包括：频率范围、最大输入功率、驻波比(SWR)、校准精度、响应时间(对峰值功率传感器)、耦合因子(仅用于线耦合功率测量)等。

(撰写：王厚军　审订：陈光禹)

gonglü guanli jishu

**功率管理技术**　power management technique　对干扰信号在时域、空域、频域、调制域进行最佳控制的技术。功率管理技术是现代干扰系统的核心。功率管理技术对干扰资源进行自适应动态管理，利用电子支援措施和快速信号处理对威胁信号环境进行分析和识别，然后按威胁的等级分配干扰资源，在准确的时间和空间以最佳的干扰技术调制、发射干扰功率，同时干扰多个威胁辐射源目标。功率管理技术的另一项功能是进行干扰效果评估。在施放干扰后，侦察接收机继续检测被干扰辐射源的参数，功率管理系统实时分析这些参数的变化，从分析中得出干扰是否有效的结论，确定下一步应采取的行动。功率管理完成的任务都是实时的、智能化的工作，因此必须借助功能强大的计算机进行信号处理。典型的功率管理系统包括接收机、发射机、控制部件和高速数字处理电路，其核心是功率管理计算机。

(撰写：龚 渝　审订：顾耀平)

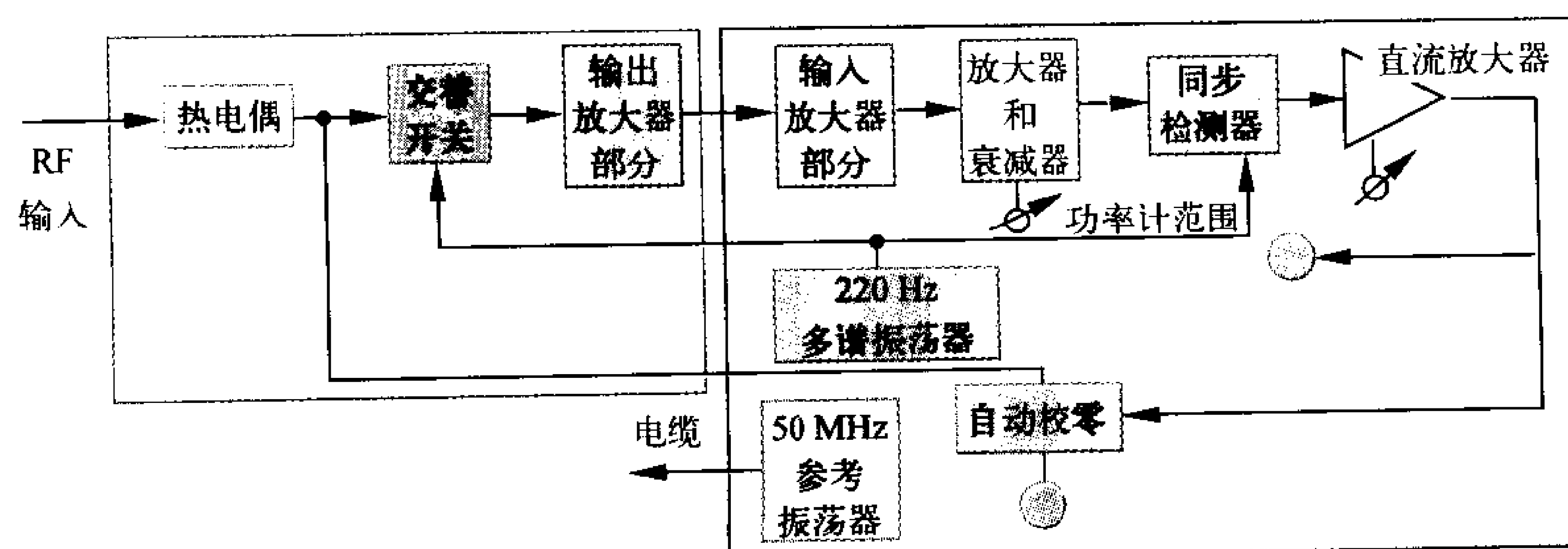
gonglü hecheng jishu

**功率合成技术**　power synthesis technique　将多个功率放大器的输出通过一些网络直接合成的方法来增加输出功率的技术。功率合成方式有：(1) 在器件层次上的功率合成，即使多个功放管适当安置在一个谐振回路内，使之产生功率的叠加输出；(2) 在电路层次上的功率合成，即通过定向耦合器、混合环等功率合成电路，将放大器或振荡器的输出叠加后再输出；(3) 空间功率合成，即利用多个辐射元(如相控阵天线)之间的空间相位关系，实现功率合成；(4) 多层次的功率合成，即在一个系统中同时利用上述几种方法的合成。采用这些技术，虽然每个放大器的功率很小，但能合成出很大的功率。例如用 16 个 50 W 功率放大器合成后可达近 800 W 输出功率。当其中某一个放大器损坏时，整个输出将有所下降，但仍能进行工作，替换损坏的放大器后，就能恢复正常，修复工作比较简单、方便。　(撰写：王 雁　审订：黄史坚)

gonglüji

**功率计**　power meter　一种电功率测量仪器。可以测量加在阻抗负载上的功率，也可以测量一信号源对任意负载所能提供的功率。功率测量技术随其应用范围的不同区别很大，决定的因素也很多，包括频率范围、功率电平、信号的频谱功率总量以及所要求的测量精度。在功率测量中，功率常常被定义为一种在系统或系统元件之间传递的能量之比。两种主要的功率测量类型为：(1) 传送功率测量，用于确定从信号源到负载的传送功率；(2) 接收功率测量，用于接收并测量被测信号功率。热电偶功率计原理如图所示。

(撰写：王厚军　审订：陈光禹)




热电偶功率计框图

gonglü kongjingji

**功率孔径积**　power aperture product　又称功率口径积。雷达辐射的平均功率和雷达接收天线口径有效面积的乘积。它是分析和衡量雷达探测能力的一项重要指标。在理想的相参积累前提下，当搜索的帧时间和搜索的空间立体角均一定时，探测距离 $R$ 和雷达的功率孔径积的 4 次方根成正比

$$R \propto (P_{av} A_r)^{\frac{1}{4}}$$

式中 $P_{av}$ 为雷达辐射的平均功率；$A_r$ 为雷达接收天线口径的有效面积。用此关系式比较不同雷达的探测功能效益时，雷达需具有理想的相参积累能力，充分地利用接收的目标回波能量，否则应加以修正。此关系式不涉及雷达对目标参数的测量精度和分辨率，因此即使在理想的相参积累条件下，两部雷达在按此关系式得到的探测距离相同时，其坐标参数的测量精度和分辨率也可能相差很大，因此，功率孔径积不能作为全面衡量雷达功能的指标。

(撰写：黄为倬　审订：张光义)

gonglü zhendangqi fasheji

**功率振荡器发射机**　power oscillator transmitter　用一个大功率振荡管直接在标称功率电平上产生射频信号的雷达发射机。典型代表有磁控管发射机，又称为单级发射机。这种发射机简单、轻小，但很难控制其起振时的初相，有非相干性振荡所引入的固有限制。　(撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍)

gonglü zujian

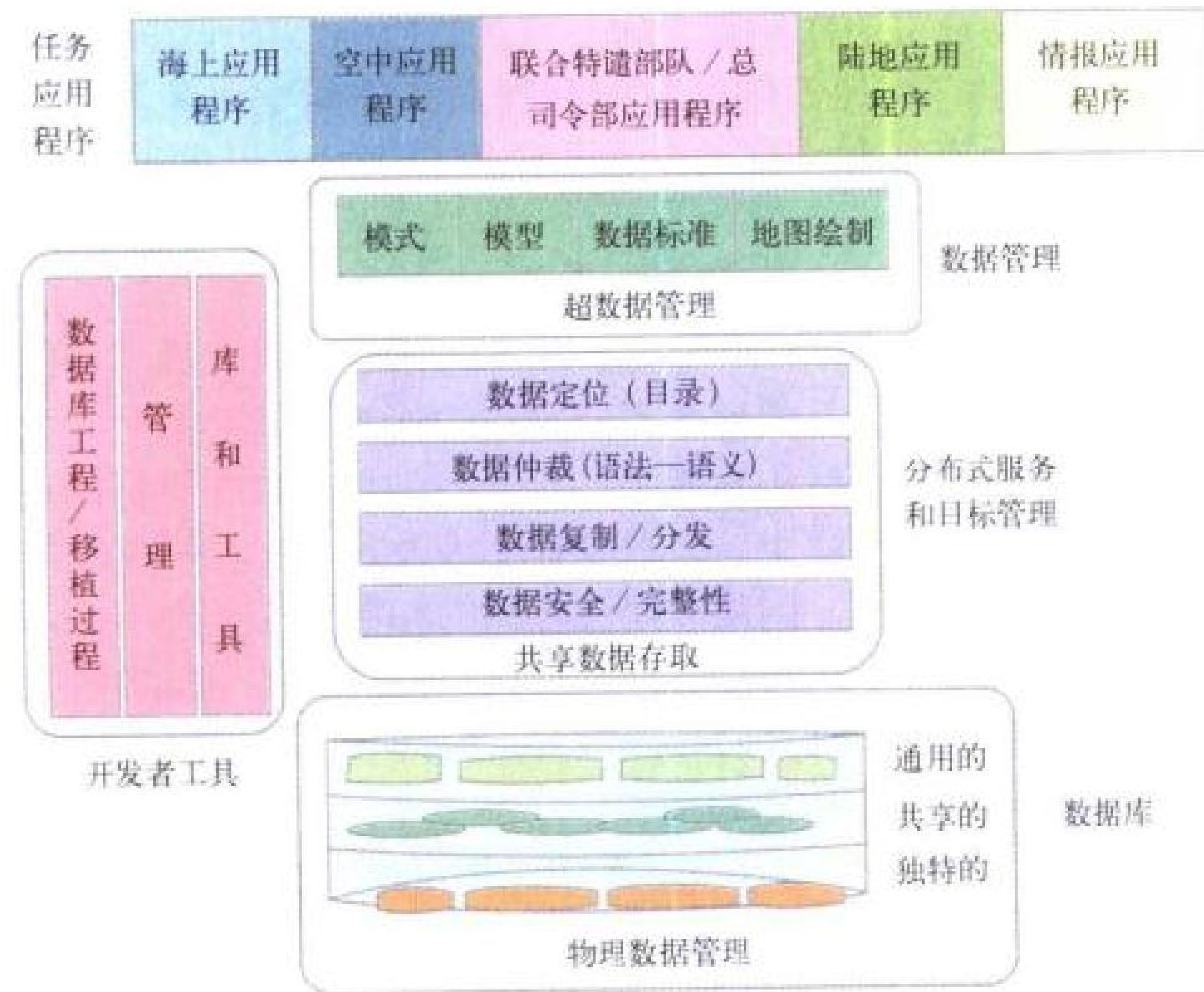
**功率组件**　power module　集总式固态发射机的基本功能块。根据功率电平，一般由三到四级半导体功率放大器级联组成，输出级可由 2 ~ 16 个功率放大器合成。组件内可能包含有电源与内装监测控保电路。组件功率电平的确定涉及功率晶体管性能与单价，功率合成技术能力，组件复杂性、体积、重量，散热冷却的技术措施，可靠性设计目标以及对雷达全寿命期费用的影响等。功率晶体管的选择要从电性能与热性能两方面对各货源的样管在组件中按实际工作条件测量比较。可向厂商索取的热性能参量包括在不同频率、脉宽和工作比时的热阻、顶降、结温的红外线图和把结温与输出功率两组等值线结合在同一张史密斯图上而成的热雷基图(thermal Rieky diagram)。为保证组件制成品的可靠性，组件设计师自己测量结温及其分布的红外线图、热雷基图而要求厂商提供一定数量带蓝宝石盖的成品。批生产时，用户可以要求厂商交付的功率晶体管在封壳前逐个经过结温红外线检查，但价格有所提高。

(撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍)

gongxiang shuju gongcheng

**共享数据工程**　shared data engineering (SHADE)　原称共享数据环境(shared data environment)。美国国防部的共享数据工程是对公共操作环境(COE)原则进一步扩充的数据共享策略，它为满

足实时、精确和可靠数据需求的系统开发和移植，提供数据存取体系结构、数据共享方法、可重用软件和数据部件以及指南方针和标准(见图)。其构成有：数据库段、共享数据服务器(SDS)、SHADE库和其他工具、数据存取机制以及SHADE管理。其总目标是使许多冗余、不同但交叠的数据仓库转变成标准的与COE一致的由"即插即用"部件构成的数据服务。SHADE支持职能域间功能应用程序数据级的互操作性，使各军种具备安全可靠的、只要输入一次数据便可跨职能、跨组织共享数据的能力。

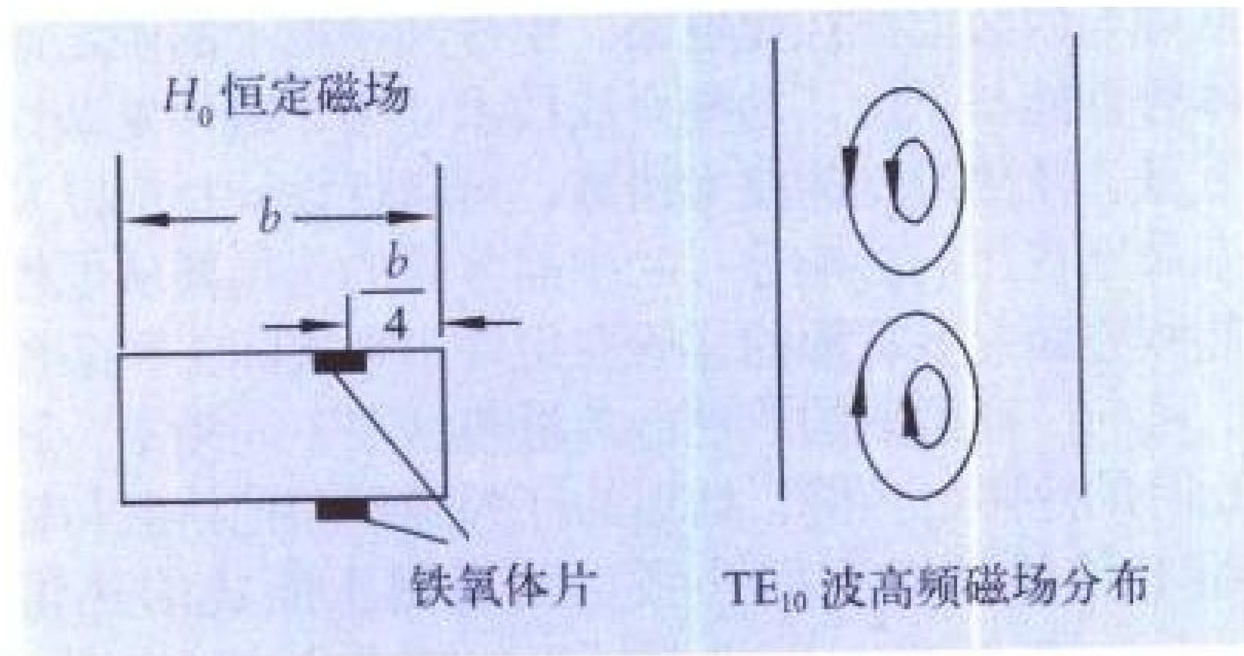


共享数据工程体系结构图

（撰写：纪卫华　审订：刘　兴）

gongxiezhen xishoushi geliqi

**共(谐)振(吸收)式隔离器** resonance(absorption)isolator 利用旋磁材料或介质的铁磁共(谐)振吸收特性制成的微波隔离器。根据铁氧体的铁磁共振特性(即对右圆极化波的高频磁场有共振吸收现象，而对左圆极化波则不出现共振吸收)可以利用波导、同轴线或带线做成较高功率的隔离器。以矩形波导为例(见图)，在波导宽边离波导臂约1/4边长处，存



共振式隔离器的工作原理图

在圆极化的高频磁场。对不同方向传输的电磁波，在同一点处圆极化方向相反。如果在这里放置铁氧体片，并加上谐振磁场，对左圆极化的正向波则衰耗很小，而对右圆极化的反向波产生很大的衰减。这种隔离器在通信和雷达技术中应用较多。（撰写：李克文　万　飞　审订：刘　剑）

gongxing tianxian zhizao jishu

**共形天线制造技术** conformal antennas manufacturing technology 与载体结合为一体，且其外形与载体安装天线部位的外形相同的天线称为共形天线。由于共形天线需与载体结合为共形，因而共形天线制造技术包括多个方面：机械加工、电加工、数控加工、化学蚀刻、印刷线路板制造技术等。最简单的波导裂缝天线就是在波导上开槽，用机械加工方法按一定加工精度要求成形裂缝，以代替振子作为天线阵单元形成共形阵天线。与飞机蒙皮结合为共形的"蒙皮天线"，其制造技术是在CAD/CAM基础上，通过模具制造、蒙皮成形等技术，从而使电子设备综合到飞机结构中去。以印刷线路技术为基础发展起来的微带天线，因其体积小、厚度薄、重量轻、成本低、安装容易等特点，正在成为共形天线的主流。其制造技术包括精密陶瓷组件技术、高精度图形制造技术、微波多层互联基板集成技术等。

（撰写：锁亚卿　审订：张为民　周德俭）

gongxing xiangkongzhen tianxian

**共形相控阵天线** conformal phased array antenna 阵列单元构成的曲面与具有一定几何形状的表面共形的相控阵天线。这些表面通常是飞机、导弹或其他运动平台的外形面。共形可以是由于空气动力学的需要，也可以是为了减小天线的雷达横截面。相控阵天线有时与一定几何形状的表面共形，来增大观察的角度范围。需在方位上覆盖360°时，可用柱面共形阵。需在整个半球上覆盖时，可用半球面共形阵。半球阵可以用作空馈相控阵天线的透镜，其结构传输射频功率的效率高，而且成本低。这种天线也叫做圆顶天线。如果加上固定的相移，圆顶天线甚至可以使观察范围大于半球。截短圆锥共形阵用在导弹和飞机的头部。

（撰写：郭燕昌　审订：方能航）

goujian

**构件** component 广义上讲，构件是可以重复使用的软件实体。在特定的问题域中，使用时总是把具有相同或相似的属性和动作的对象或对象类称为构件。在面向对象模型中，基本构件就是对象。它将数据(属性)和在该数据上的合法操作封装在一起，有助于组织软件的内在复杂性。构件可以被重用，以避免重写一些公用的代码，从而提高了软件开发的效率，也减少了出错的可能。若干个基本构件也可以组合成较大的构件，构件的组装反映了面向对象模型中不同的抽象层次。许多国家已经在研究、开发和建立各种应用领域的构件库，这将极大地提高软件生产力，推动软件工程化生产。

（撰写：张晓光　审订：瞿兆荣）

guganwang

**骨干网** backbone network 在网络总体结构中处于核心位置的网络部分。目前的通信网络可分为两类：骨干网和接入网。两者之间有以下几点不同：⑴ 功能上不同。骨干网的主要功能是保质保量地传送大量的信息流，可靠和生存性是骨干网首要考虑的问题。在网络行政、监测、维护、管理等方面也必须成为整体。就其性质而言骨干网属于传送网。而接入网除了按用户分类等级以一定的质量和可靠性来传送信息外，还必须面向广大用户和多类应用系统的众多不同的需求进行服务，在多种业务服务的灵活性、用户驱动的适应性和计费管理的多样性等各种功能方面与单纯的传送网很不相同。⑵ 基础设施上的区别。骨干网一般业务量大，传递的通路多，因此对传送的质量和可靠性要求高。因为一旦出现故障，其危害和造成的损失都是比较大的，因此在建设骨干网时花费较大的建设维护费用也在所不惜。由于骨干网的基

础设施所承载的业务量大，设备数量比较少，因此按通路成本分摊后其费用相对比较低，而接入网的基础设施则不同，其系统设备和每线承载的业务量小，设备系统的数量大，建设费用将大大超过骨干网建设所需的费用。

（撰写：王 烨 审订：李振邦）

guding diqiuzhan

**固定地球站** fixed earth station 构成大型卫星通信系统的地面固定组成部分。地球站的分类如按其位置划分，一般分为固定站、移动站（船载、车载和机载）以及可搬移站（短时间内可拆卸并转移）。而固定地球站的设备均固定于地面机房内，或建站后不再搬移。根据规模大小固定站可分为大型站和小型站。国际卫星通信组织（Intelsat）将卫星通信地球站制定了A、B、C、D、E、F、G、Z等8种标准地球站，均为固定地球站。但随着卫星通信的广泛应用，出现了非标准的小型VSAT地球站。固定地球站一般使用大型天线、低噪声放大器和大功率发射机。通常，大型固定站主要用于国际或国内通信干线网，传输大容量信息，例如A型站使用30 m天线，G/T = 40.7 dB/K，EIRP达到79 ~ 95 dB · W，工作在C或Ku频段，其业务有电话、数据和电视传输。

（撰写：王巨椿 审订：李振邦）

guding yingpan qudongqi

**固定硬盘驱动器** fixed hard disk drive 磁盘片固定安装在主轴上的一种磁盘驱动设备。它是目前使用最广泛，也最能反映磁盘存储器技术水平的一种类型，简称硬盘驱动器（HDD）。通常硬盘驱动器分为大型和小型两类。近年来又涌现出一系列超小型、超薄型的硬盘驱动器。这类设备都用温彻斯特技术，故又称小型温盘驱动器、微型温盘驱动器等。1963年前驱动器都是固定盘片的形式。经过1963年到1976年的可换盘驱动器鼎盛发展时期之后，又回到固定盘片形式。1976年IBM 3350型磁盘驱动器问世，它首次采用了温彻斯特磁盘技术，该技术被广泛沿用至今。温彻斯特磁盘技术的主要内容是：(1) 磁头、磁盘片、主轴及装载头臂的小车等机械公差要求严格的关键零部件装在一个密封的壳体内，此部件叫头盘组合件（HDA）；(2) 低质量、小尺寸、轻浮力的平轨磁头浮动块，可与盘片作接触启停；(3) 读前置放大电路、写电流驱动电路及选头电子开关均集成在一芯片上，此芯片安装在各磁头臂上，减少了外界电磁场对磁头引线的影响。温彻斯特技术的采用，极大地推动了磁盘存储器技术的发展。随后出现的薄膜磁层、薄膜磁头或隙含金属磁头（MIG）、微型浮动块、数字伺服及区位记录（ZBR）技术都使得磁盘的磁记录密度迅速增长。自1993年始，部分响应最大似然（PRML）信号处理技术和磁变阻（MR）磁头开始应用，标志着磁盘驱动器技术开始走上新的发展阶段。此后磁记录密度有了进一步的提高。

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

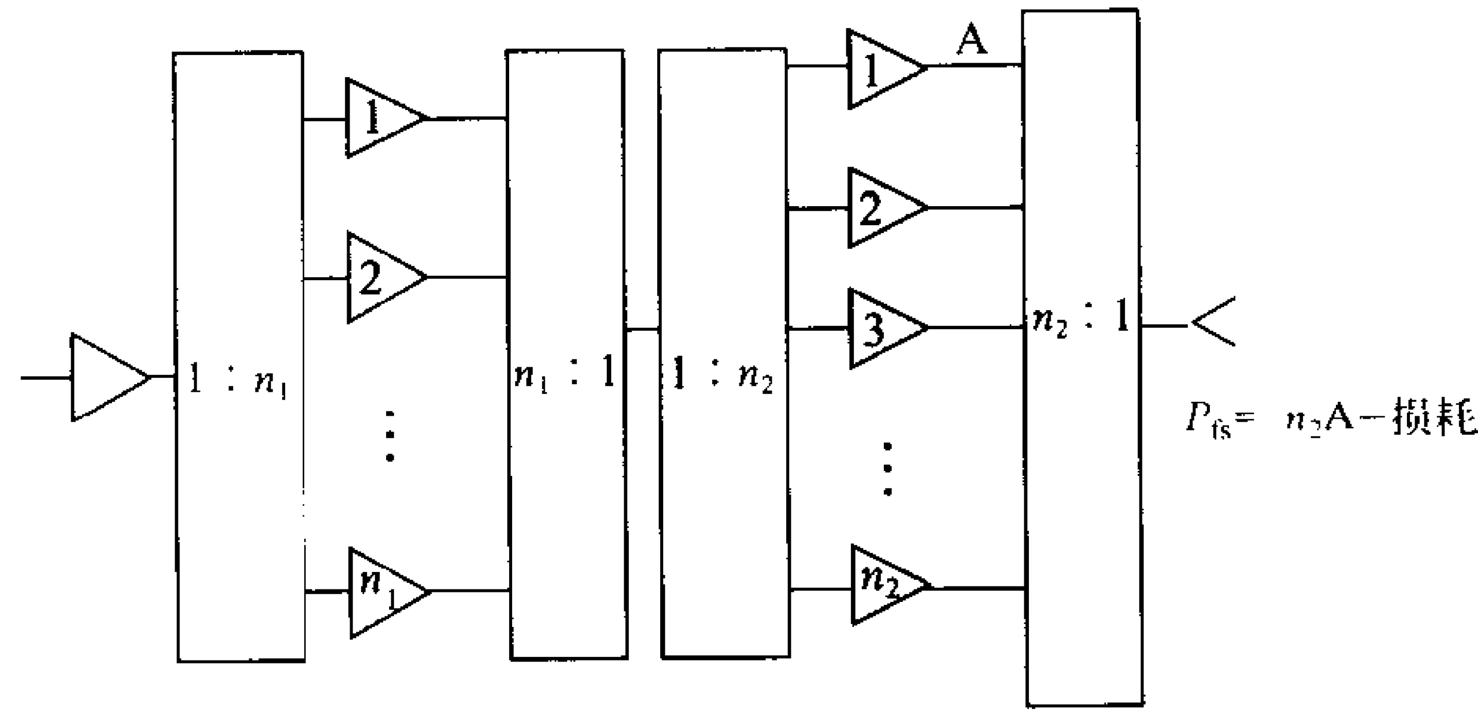
gurongti bandaoti

**固溶体半导体** solid solution semiconductor 由两种或两种以上元素在一定温度下相互熔融生成的具有半导体性质的固态溶体。一般这两种元素的亲和力较强，但不形成化合，其组分可任意变动形成溶解度为无限的固溶体，有时也称为合金半导体。按其组分，固溶体可以有Ⅱ－Ⅵ族化合物固溶体、Ⅳ－Ⅳ族元素固溶体及Ⅲ－Ⅴ族化合物固溶体等多种，分别以$Hg_xCd_{1-x}Te$、$Si_xGe_{1-x}$、$Al_xGa_{1-x}As$等为代表；按其形态，则有无定形、结晶形、超晶格等三种，如氢化非晶SiGe合金为无定形，记为α－SiGe:H，是太阳能电池的材料；在Si衬底上生长的超晶格SiGe合金可制作异质结双极晶体管（HBT）；在GaAs衬底上生长的AlGaAs异质结超晶格是高电子迁移率晶体管（HEMT）及激光器的理想材料。

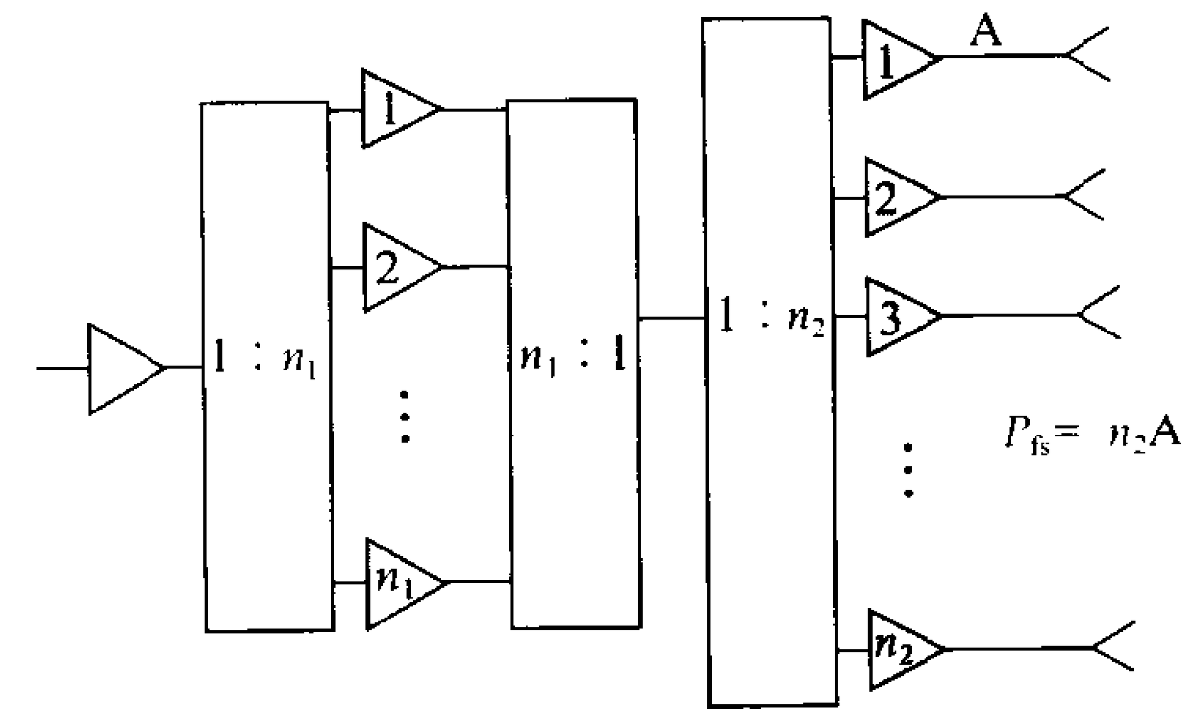
（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

gutai fasheji

**固态发射机** solid state transmitter 完全基于功率半导体器件和集成电路技术制造的大量功率组件构成的雷达发射机。它适用于大工作比的脉冲雷达和连续波雷达，尤其适用于相控阵雷达和无人值守的雷达。固态发射机有集总合成和空间合成两种结构（见图）：前者构成集总式高功率发射机，后者用于相控阵雷达。固态发射机的高可靠性和故障软化能力，是精心设计制造的结果。确定功率晶体管的所有参数几乎都与结温（从而与工作环境温度）有关。影响固态发射机和功率组件的脉冲间稳定度的最重要内部原因是功率晶体管结温动态变化所引起的输出信号幅相波动。对于大工作比、很宽脉冲的复杂脉冲串波形，这种内因是很重要的。所以不能完全套用适合真空管发射机的解析方法来解决固态发射机脉冲间的稳定度问题。




(a) 集总合成的功率放大器




(b) 空间合成的功率放大器

固态发射机两种结构框图

（撰写：许鸿烈 审订：徐脉衍）

gutai weibo gonglü mokuai

**固态微波功率模块** solid state microwave power module 用小型化和微型化的技术制成的微波功率组件。其主要技术内容为：将驱动电路、功率放大电路、电源调制电路等进行性能优化设计，运用小型化制造技术将集成电路芯片、功率器件芯片和片状元件安装在散热良好的特制的管壳中，实现整机系统微波功率的模块化和标准化。功率模块虽在体积和重量上大于微波单片集成电路（MMIC），但远小于混合功率集成电路。MPM设计制作灵活，可返修，使用方便，输出

功率大，成本也较低廉，因而使微波功率模块的军用及民用前景广阔，备受世人关注。目前，6 ~ 18 GHz 微波功率模块性能已经达到增益大于 50 dB、输出功率大于 100 W；在 2 ~ 6 GHz、毫米波等频段，均有实用化、标准化的微波功率模块。它是全固态相控阵雷达和电子对抗系统的关键组件。

（撰写：陈克金　审订：林金庭）

guti dianjiezhi weidianchi

**固体电解质微电池**　micro-battery with solid electrolyte　电解质为固体薄膜的微型化学电池。美国于 1998 年在橡树岭国家实验室已研制成功锂可充电微电池。这种微电池用真空沉积法逐层制作。其正极材料为 $LiCoO_2$，用 LiPON 作为电解质，Li 为负极材料，后改用 SiTON，外面沉积保护层进行密封。电池厚度为15μm。比能量达到250 mA · h/g，电池经过 40000 次循环后容量损失小于 5%。这种微电池有可能用于为微芯片供电。（撰写：张建中　审订：汪继强）

guti jiguangqi

**固体激光器**　solid-state laser　以掺入激活离子的光学晶体、玻璃或透明陶瓷等固体材料作为工作介质的激光器。其中激活离子是发光物质，晶体或玻璃作为提供合适配位场的基质材料。已实现跃迁的主要激活离子有：$Ce^{3+}$、$Pr^{3+}$、$Nd^{3+}$、$Eu^{3+}$、$Gd^{3+}$、$Tb^{3+}$、$Dy^{3+}$、$Ho^{3+}$、$Er^{3+}$、$Tm^{3+}$、$Yb^{3+}$、$Sm^{2+}$、$Dy^{2+}$、$Tm^{2+}$、$Co^{2+}$、$Ni^{2+}$、$V^{2+}$、$Cr^{3+}$、$U^{3+}$ 等 19 种，它们分别在各自的基质中实现波长分布在 0.275 ~ 3.022 μm 之间（不包括色心激光器数据）的激光跃迁。已经研究过的激光晶体达数百种，常用的固体激光介质有红宝石（$Cr^{3+}$：$Al_2O_3$）、掺钕钇铝石榴石（$Nd^{3+}$：$Y_3Al_5O_{12}$，简称 Nd：YAG）、掺镱钇铝石榴石（$Yb^{3+}$：$Y_3Al_5O_{12}$，简称 Yb：YAG）、掺钕钒酸钇（$Nd^{3+}$：$YVO_4$）和钕玻璃等。固体激光器采用光泵浦，常见的泵浦光源有 Xe、Kr 等惰性气体放电灯、大功率二极管激光器、其他激光器及太阳能等。固体激光介质的激活离子密度一般为 $10^{25}$ ~ $10^{26}\,m^{-3}$，激光上能级寿命比较长，自发辐射损失小，储能能力强，易于获得高平均功率和大能量输出，并适于采用 Q 开关技术产生高峰值功率脉冲，经锁模后可得皮秒和飞秒级超短脉冲。基态为声子振动能级的固体激光介质可实现可调谐激光输出。固体激光器广泛用于测距、制导、目标指示、光雷达、机械加工、医疗和科研，亦用于空间通信、大气通信和水下探测。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

guanli xinxi xitong

**管理信息系统**　management information system (MIS)　见综合卷。

guanshi qiansuan xudianchi

**管式铅酸蓄电池**　tubalar type lead acid battery　采用管式正极和平板式负极构成的铅酸蓄电池。管式正极的结构如图 1 所示，其中活性物质充满在耐酸的塑料管袋中，这种电极在电池的充放电过程中，避免了普通平板式电极活性物质的脱落问题，从而使电池的深循环寿命得以延长，但由于管式电极的反应面积减小，内阻增加，因此采用这种正极的电池高倍率放电能力较采用平板电极的电池差，故一般用作工业电池（牵引电池或固定电池），如作为潜艇动力电池或程控交换机的备用电源等。同时，管式铅酸蓄电池也用作潜艇的水下电源。一般这种电池属于开口电池，即充电时或搁置期产生的氢和氧可以释放到外部空间。为了保证电池室的安全，



图 1　管式正极

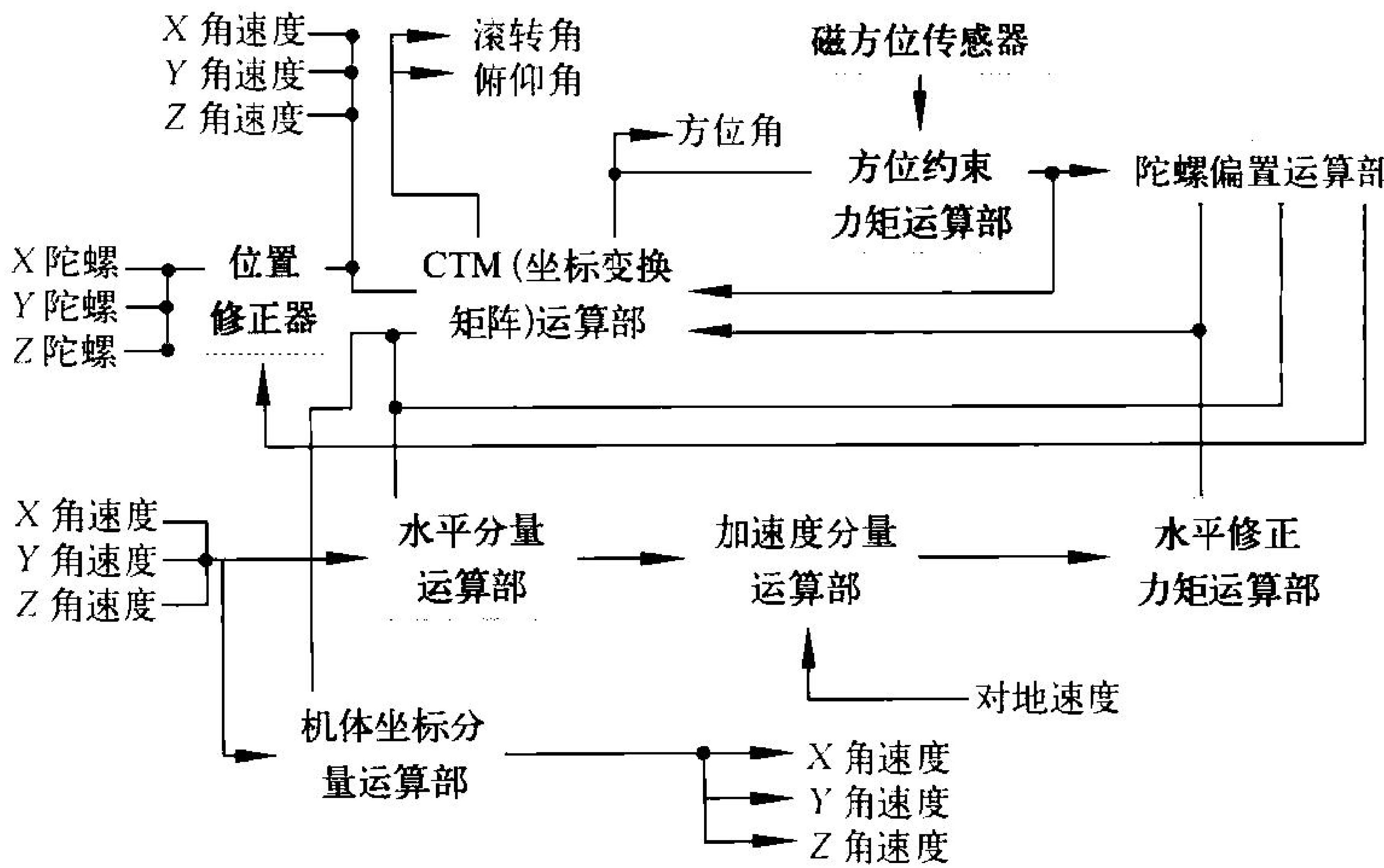


图 2　带有氢氧复合装置的管式铅酸电池

通常在注液口装有一个带催化剂的氢氧复合装置，将电池中析出的氢和氧复合成水。图 2 所示为带有氢氧复合装置的管式铅酸电池。（撰写：汪继强　审订：宋海德）

guanxing celiang zuhe

**惯性测量组合**　inertial measurement unit (IMU)　由陀螺仪、加速度计和相关的电子设备组成的子系统，当与外部计算机组合时，具有惯性导航的功能，即组成惯性导航系统。惯性测量组合可以输出 X、Y、Z 三个方向的角加速度及滚转角、俯仰角。再加上方位传感器，还可以输出方位角，其基本构成如图所示。惯性测量组合是惯性导航和制导系统的




IMU 原理图

核心部件，应用非常广泛。（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

guanxing daohang xitong

**惯性导航系统**　inertial navigation system (INS)　属于一种推算导航方式，即从一已知点的位置，根据连续测得的运载体航向角和速度推算出其下一点的位置，因而可连续测出运动体的当前位置。惯性导航系统中的陀螺仪用来形成一个导航坐标系，使加速度计的测量轴稳定在该坐标系中，并给出航向和姿态角；加速度计用来测量运动体的加速度，经过对时间的一次积分得到速度，速度再经过对时间的一次积分即可得到距离。惯性导航系统有如下主要优点：(1) 由于它是不

依赖于任何外部信息，也不向外部辐射能量的自主式系统，故隐蔽性好且不受外界电磁干扰的影响；(2) 可全天候、全球、全时间地工作于空中、地球表面乃至水下；(3) 能提供位置、速度、航向和姿态角数据，所产生的导航信息连续性好而且噪声低；(4) 数据更新率高、短期精度和稳定性好。其缺点是：(1) 由于导航信息经过积分而产生，定位误差随时间而增大，长期精度差；(2)每次使用之前需要较长的初始对准时间（一般为 10～30 min)；(3) 设备的价格较昂贵；(4) 不能给出时间信息。（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

guanxing zuobiaoxi

**惯性坐标系**　inertial frame coordinate system　适用于牛顿运动定律的参考系。惯性坐标系是一个绝对静止或作匀速直线运动的参考坐标系。惯性坐标系的原点是任意的，坐标轴可以指向任何三个相互垂直的方向。所有惯性传感器产生沿敏感元件各轴方向的相对于一个惯性系的测量值。在研究惯性敏感和惯性系统的力学问题时，通常将相对恒星所确定的参考系统称为惯性空间，将这个空间中静止或匀速直线运动的参考坐标系称为惯性参考坐标系。对于研究地球表面附近运载体的导航定位问题，惯性参考坐标系的原点通常取在地心，称为地心惯性坐标系。由于地球向太阳的向心加速度约为 $6.05\times10^{-4}g$，所以地心惯性系不会影响研究问题的精确性。（撰写：丁群　审订：邱致和）

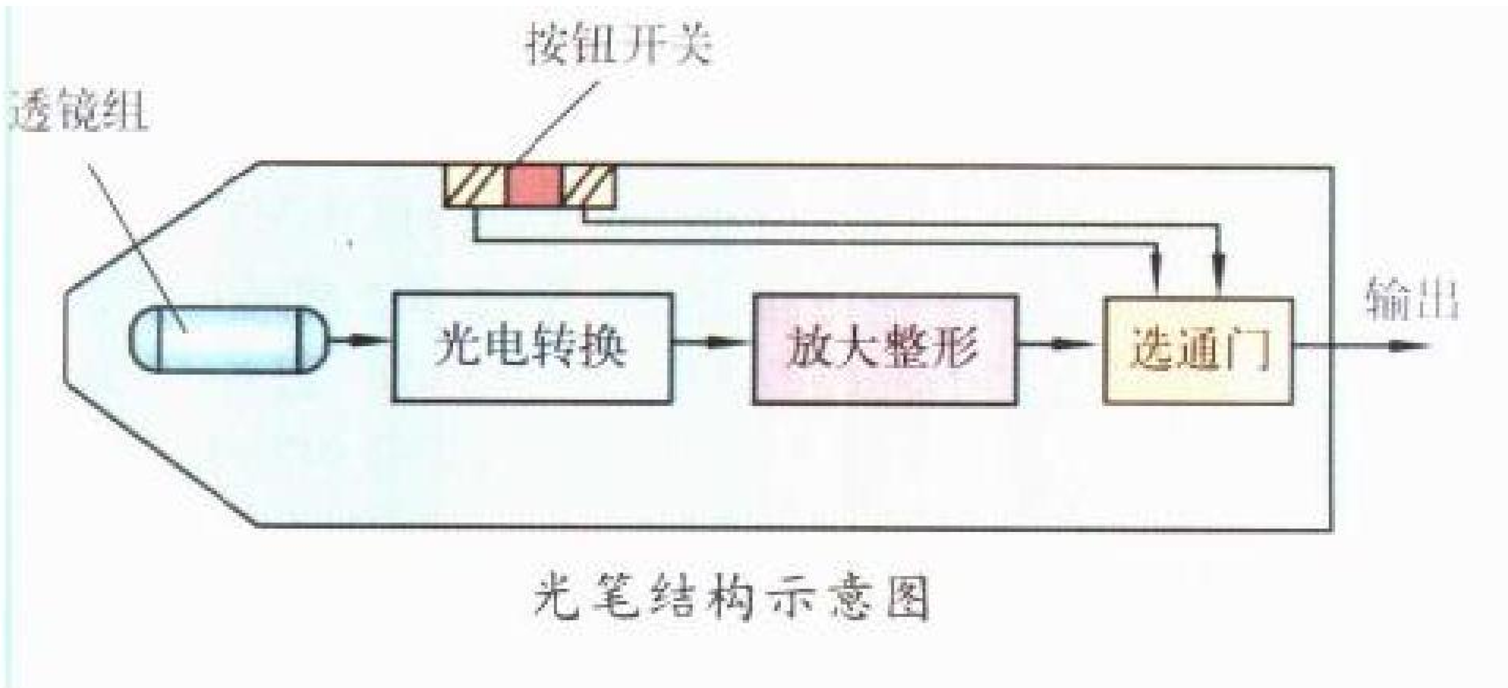
guanfeng

**灌封**　embedding　采用可聚合树脂、液体橡胶或泡沫塑料灌入并渗透到所有电气或电子电路系统、元件或部件的所有空隙，以及某个接插件尾部导线的焊点部位的密封保护。灌封的目的为：机械支撑、抗磨损、电气绝缘、隔热、导热、电磁屏蔽或吸收以及环境隔离。灌封通常采用模塑工艺，特别是在真空和(或)压力下能获得满意的浇铸件，并能使树脂浸透到元件的线圈和其他空隙，最后从模具中脱出，某些构件也可作为模具的一部分而留在里面。

（撰写：马骖　审订：李成刚）

guangbi

**光笔**　light pen　一种与显示器配合使用的输入设备。笔上有控制按钮，以电缆或无线方式与主机相连。光笔结构如图所示。笔端有小孔可以接收屏幕上发出的光。屏幕无论是采用光栅扫描还是电子控制，光笔所指位置的 $X-Y$ 坐标都是已知的，与笔上按钮和计算机软件配合，计算机可以执行执笔人的有关命令或输入。光笔有两种使用方式：(1) 指点方式，光笔选择图形、字符或菜单，进行删除、修改、旋转、缩放等操作；(2) 作图方式，光笔对准光标在屏幕上拖动，使光标在屏幕上画出所需曲线，用以作图写字等。目前鼠标的功能与光笔类似且使用更为方便，在使用鼠标不便的地方，



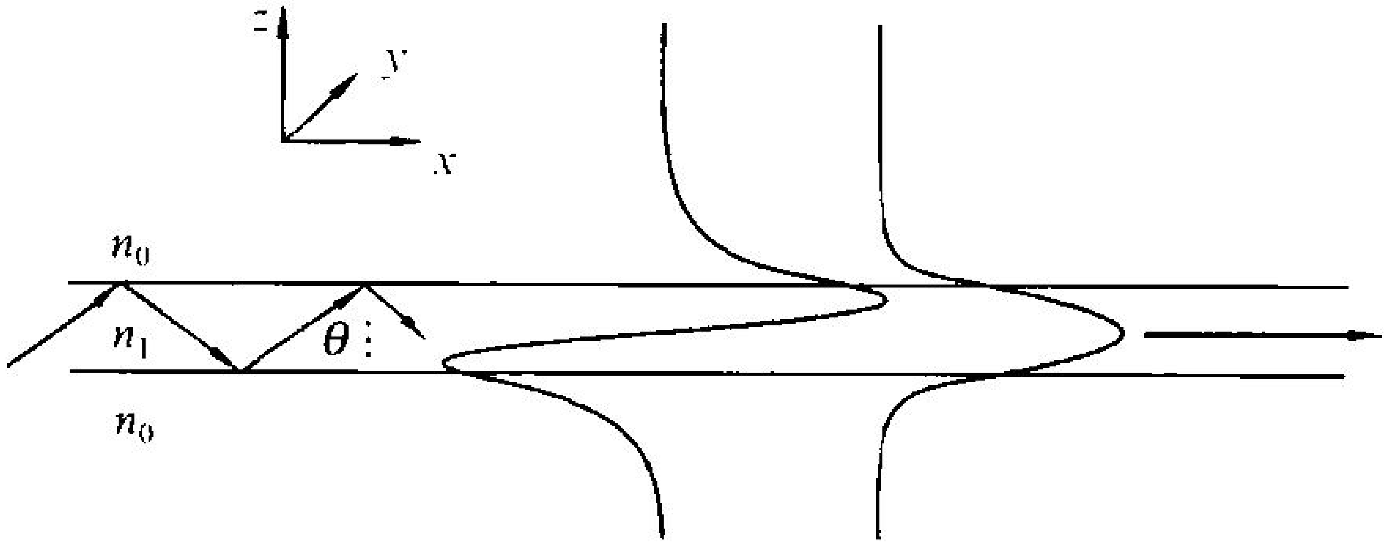
光笔结构示意图

如掌上电脑，则光笔更可取。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

guangbodao

**光波导**　optical waveguide　能使光波在其几何结构内定向传输的元件。在光通信中常用光导纤维作光波导，但在光电子集成回路中常把光波导制成平面状。其工作原理如图所示。如果光波导层的折射率 $n_1$ 大于其周围媒质的折射率 $n_0$，光线入射角 $\theta$ 满足 $\theta\geqslant\theta_c=\sin^{-1}(n_0/n_1)$，则会出现全反射，此时光线将在波导中曲折向前传播。围绕波导的媒质可以是不同的，但这样的波导将有波导截止厚度和导模截止波长的限制。描述光波导性能的参数有几何特性、机械特性、温度特性、传播模式、传输损耗、带宽等。光波导是光纤通信和现代光电设备的基础元件。



对称的三层介质波导

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guangcanliang zhendangqi he guangcanliang fangdaqi

**光参量振荡器和光参量放大器**　optical parametric oscillator and optical parametric amplifier　利用非线性介质的非线性极化耦合效应，将泵浦光能量转移给不同频率的信号光和闲置光并形成振荡输出的装置，称为光参量振荡器(OPO)。只对信号光振荡的称为单谐振荡器，同时对信号光和闲置光振荡的称为双谐振荡器。如果信号光从外部注入，并且不提供谐振腔，则称为光参量放大器(OPA)。光参量振荡器具有输出波长在很宽的范围内可调谐的特点；利用参量振荡器可实现从可见光到中波红外波段的连续调谐，其工作方式可以是连续的或脉冲式的。该类器件主要用于光雷达、光电对抗、激光光谱学、激光化学等。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

guangchuanganqi

**光传感器**　optical transducer, optical sensor　能感受光并能转换成可用输出信号的传感器。光传感器按工作原理可分为光电探测型、光电断续型和反射式光传感器等。光电探测型传感器是将被测光信号转换成电信号的测量装置。此种传感器按波段可分为红外光传感器、紫外光传感器和可见光传感器。光电断续器是将感光发光元件按一定间隔形成对置结构，当待测物体通过两个元件之间时引起光的断续，以此实现检测作用。反射式光传感器是将感光和发光元件置于待测物的同一侧，检测来自物体的反射光，来判断被测对象的状态。此外还有将多个发光、感光元件组合成一体来检测物体移动方向和速度的光传感器，以及光纤传感器和用于电子记录器、打印机、数控机床等专用型光传感器。光探测传感器的工作原理和结构形式较多，如光敏电阻器、光敏二极管、光敏三极管、光控晶体闸流管、集成型光敏传感器、光电开

关、光电耦合器、光电编码器、红外光电晶体管等。

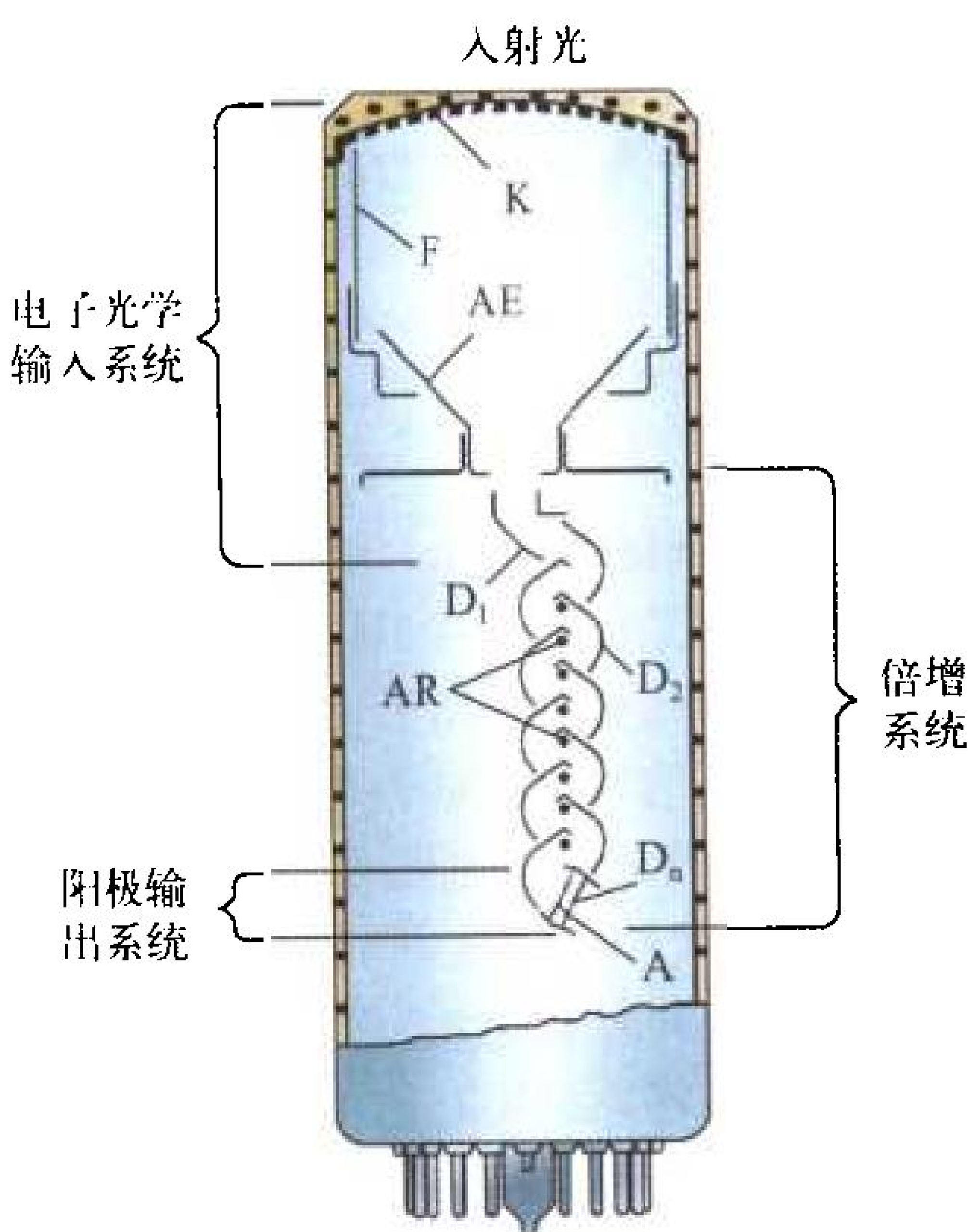
光传感器主要用于对检测物计数，检测物体的厚度，检测液体和气体的浓度，检测物体位置、运动方向，设备的自动保护、自动报警，工业程序控制，光电自动控制，无接触检测等。（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

guangcunchuqi

**光存储器** optical storage　用光学方法从光媒体上读取所存数据或可以读、写数据的设备。属于光存储设备的目前有只读光盘驱动器（家用各种光碟机在原理与构成上与此相同）、可改写光盘驱动器、光带机、光卡机等。光存储器通常由驱动器、光记录媒体和控制器等三部分组成。光存储器的记录方法用得最多的是机械压印、光的热效应和磁光、相变方法。机械的方法就是在媒体表面用压印工艺形成一连串的“凹坑”和“平台”，利用凹坑与平台对光束反射的光强度差来检出信息。光热效应方法是利用激光的热能造成记录媒体可逆或不可逆的物理变化来记录信息，读出时根据已记录媒体对入射光束所反射的光强差或反射光的偏振方向差来检出信息。磁光型光盘则是利用高矫顽力 $H_c$ 磁性材料的居里点特性，即当媒体介质加热到一定的临界温度 $T_C$ 时，原来的矫顽力下降为零的特点进行信息记录的光存储器。相变型则是利用媒体在热力作用下在晶态与非晶态之间的转换来记录信息的。广义来说，光存储器包括激光存储、全息存储和其他存储，以及条码阅读机、光电阅读器等。但在计算机领域，光存储器一般指光盘、光带、光卡机等。光存储技术具有以下特点：⑴易达到高密度记录；⑵非接触记录，可涂敷媒体保护层，尘埃及擦痕影响很小，易于实现媒体可换；⑶由于记录密度甚高，很小的媒体缺陷都可能造成误码，需要设置很强的纠错算法。光盘的发展趋势是尺寸更小、密度更高、容量更大、可靠性更高、转速更快和具有盖写功能。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

guangdian beizengguan

**光电倍增管** photomultiplier tube　由光电发射阴极和电子倍增器组成的、能把光信号转换成电信号的一种真空光敏管。光电倍增管是将微弱光信号转换成电信号输出，并获得很高电子倍增能力的真空光电探测器件。它由真空管壳内的光电阴极、阳极以及位于其间的若干个倍增极构成，如图所示。工作时在各电极之间加上规定的电压，当光或辐射照射阴极时，阴极发射光电子，光电子在电场作用下逐级轰击次级发射倍增级，在末级倍增极形成数量为光电子的 $10^6$～$10^8$ 倍的次级电子。众多的次级电子最后为阳极收集，在阳极电路中产生输出电流。根据检测的光辐射范围，光电阴极可以制成有红外响应的银氧铯光电阴极、紫外响应的碲铯光电阴极、可见光响应的锑铯多碱光电阴极及耐高温的锑钾钠光电阴极等。采用Ⅲ－Ⅴ族负电子亲和势光电阴极，可以制成高灵敏度宽光谱的光电器件。（撰写：严增濯　审订：廖复疆）




光电倍增管的结构示意图

K—光电阴极；F—聚焦极；AE—加速极；$D_1$—第1倍增级；$D_2$—第2倍增极；$D_n$—末级倍增极；AR—加速支杆；A—阳极

guangdian chuanshu meiti

**光电传输媒体** optical-electronic transmission media　以光或电传输信息所经由的空间或实体。它是现代信息系统的重要组成部分，其作用是将发信设备所发出的携带信息的信号传输至收信设备。携带信息的信号在光电传输媒介中传输时的特性对于系统的构成、特征和通信质量有重要影响。传输媒介对于光波和电磁波的传播主要有三方面的影响：⑴由于传播时的扩散以及媒介物的吸收或反射，使能量减弱，表现为传输损耗，这种损耗往往是时变的；⑵由于媒介对不同信号强度，不同信号频率，甚至不同的路径有不同的特性，使被传输的信号产生线性或非线性失真；⑶由于媒介中混入人为的或自然界的其他光或电的干扰。这些都会使收到的光或电信号不同于发信设备发出的原信号，严重时不可辨认。按光波和电磁波传播方式，媒介可分为两大类：一类是收发信设备之间有导引光波或电磁波的实体线路，如导线、同轴线、波导管或光导纤维等。光波或电磁波沿线路传播，能量集中在导线附近或约束在波导管或光纤内，称之为有线信道；另一类是收发信设备之间无实体线路相联，利用光波和电磁波在空间传播而传输信息，称之为无线方式，其构成的信道称之为无线信道。古代就开始用光传输信息，如烽火台。近百年盛行用电磁波传输信息，近半个世纪，又开始盛行光纤通信。（撰写：李振邦　审订：程　婵）

guangdian danyao

**光电弹药** electro-optical ammunition　又称闪光弹。利用爆炸产生强闪光或激光使光电传感器暂时或永久性受伤害的非致命性武器。光电弹药一般可分为两种：⑴全向光电弹药，其发光机理是用爆炸的方法把惰性气体压缩成上千度高温的等离子体而使其闪光。用这种方法产生的闪光极亮，而且光谱线很宽，从紫外一直延伸到红外。投放这种光电弹药的方式很多，可以用火炮或迫击炮发射，也可以空投。⑵定向光电弹药，其发光机理与全向光电弹药基本相似，不同点是要在一个方向上定向释放大部分激光能量。其方法是在空心装药的中心填装惰性气体并沿主轴线安装一只激光棒。爆炸后使气体加热，气体的辐射激励激光棒激发出激光沿主轴从弹的前方射出。更换激光棒的类型可以改变定向辐射的激光波长。其发射方式与全向闪光弹相类似。光电弹药与强激光干扰装备相比，其发射装置不易暴露，具有隐蔽、安全的优点。（撰写：于艳梅　审订：孔令春）

guangdian duikang

**光电对抗** electro-optical countermeasure (EOCM)　敌对双方利用光电装备或器材在光波段进行的斗争。光波段指紫外（0.06～0.38 μm）、可见光（0.38～0.76 μm）、红外（0.76～1000 μm）。在光波段内，一方使用光电能量进行探测、利用、削弱或阻止敌方使用光电频谱，另一方面保护己方有效使用光电频谱。具体地说，就是指敌对双方在光波段范围

内，利用光电设备、器材或其他设施，对敌方光电制导武器和光电侦测设备等光电武器进行侦察告警并实施干扰，使敌方的光电武器威力被削弱、降低或丧失作战效能；利用光电对抗设备、器材或其他设施，有效地保护己方光电武器装备和人员的作战效能。这种侦察与反侦察、欺骗与反欺骗、干扰与反干扰的军事行动和技术措施统称为光电对抗。光电对抗也称光电子战，它是电子战的重要组成部分。从工作波段或工作波长上划分，光电对抗覆盖了从紫外、红外到可见光的全光谱，人们在习惯上把光电对抗分为激光对抗、红外对抗和可见光对抗。从实际作战使用上看，除了上述三大方面的光电对抗以外，又发展出光电复合对抗、光电综合对抗和光电与雷达等综合一体化对抗系统。自 20 世纪 70 年代以来，光电对抗发展迅速，已在近代多次战争中发挥了巨大作用，特别是精确制导武器的大量装备使用，使光电对抗显得更加重要。今后，将大力发展综合一体化的光电防护系统和光电对抗系统。　（撰写：陈素菊　审订：张伯周）

guangdian duikang xitong

**光电对抗系统**　electro-optical countermeasure system　为完成特定的光电对抗作战任务，由若干不同功能的光电对抗设备、器材和其他相关设备组成的专门用于对敌方光电设备、光电制导武器和激光辐射武器实施侦察、干扰、摧毁、致眩，同时采取相应的对抗措施，保护己方人员安全和光电设备正常发挥效能的统一协调的有机整体。光电对抗系统包括：(1) 光电侦察告警系统，是指利用光电侦察等设备对敌方目标进行探测、截获、识别，并及时提供情报和发出告警的系统；(2) 光电干扰系统，包括光电有源干扰系统和光电无源干扰系统。光电有源干扰系统是指采用发射或转发光电干扰信号的方法，对敌方光电设备实施压制或欺骗的干扰系统，主要包括红外干扰弹、红外有源干扰机、强激光干扰机和激光欺骗干扰机。光电无源干扰系统是通过采用无源干扰技术或器材，改变目标的光波反射、辐射特性，降低保护目标和背景的光波反射或辐射差异，破坏或削弱敌方光电侦测和光电精确制导武器系统正常工作的系统，主要包括烟幕干扰机、光电隐身技术和光电假目标技术等。随着光学技术、高性能探测器件、数据融合等技术的发展，以及智能系统、专家系统的融入，光电对抗系统将朝着综合一体化的方向发展，从而使整个电子战系统的作战能力大大提高。

（撰写：王莹　审订：阎秀生）

guangdian erjiguan

**光电二极管**　photodiode　利用半导体材料的光电效应制成的光电探测器。光电二极管的反向电流随照明而变，因此用作光功率的探测和光功率到电功率的转换。光电二极管探测器的结构有 PN 和 PIN 等，其特点是结构简单、制作成本低，但没有内部增益，需要配备高增益、宽频带、低噪声的前置放大器。目前常用的光电二极管探测器有：Si 光电二极管，响应波长为 0.5 ~ 1.2 μm；Ge 光电二极管，响应波长为 1.0 ~ 1.5 μm；InGaAs 光电二极管，响应波长为 1.0 ~ 3.0 μm；InSb 和中波 HgCdTe，响应波长为 3.0 ~ 5.0 μm；长波HgCdTe，响应波长为 8.0 ~ 12.0 μm。

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

guangdian fashe

**光电发射**　photoemission　物体受光照射而发射电子的现象。光照射在物体上有一部分被反射，其余部分穿入物体内被吸收。物体吸收光能后可能出现能量较大的电子，某些电子在到达物体表面时还保留足够能量，能够克服表面势垒而逸出，成为发射电子。能提供受控光电子的部件称光电阴极。光电发射是光能转变为电能的一种方式，许多电子器件里都采用了光电效应，如光电管、光电倍增管、电视发送管等。由于不可见光——X 射线、紫外线、红外线等也能引起光电效应，所以也可利用光电效应把不可见光转变为可见光，如变像管、亮度增强管等。有效光阴极按使用波长可分为：(1) 对紫外光灵敏的光电阴极，如碘化铯阴极、碲铯阴极等。(2) 对可见光灵敏的光电阴极，如锑铯、铋银氧铯、锑钾钠铯阴极等。(3) 对红外线灵敏的光电阴极，如银氧铯、负电子亲合势光阴极等。最近出现的负电子亲合势光阴极，主要由Ⅲ－Ⅴ族元素化合物材料（为砷化镓）经铯、氧激活处理而成。这种阴极的制造工艺较复杂，但其量子效率高、暗电流小、电子能量分布集中，有扩展到长波区的潜力，因此在成像器件中已得到实际应用。（撰写：陈其略　审订：廖复疆）

guangdian fanghu

**光电防护**　electro-optical protection　根据光电侦察和光电攻击的基本原理和方法，在敌方实施光电侦察、光电干扰的情况下，为保证己方的光电设备、设施和人员仍能正常工作而采取的防护措施。目前光电防护采取的措施主要有两种：(1) 激光防护，主要是采用反射型、吸收型、光学反应型、光电型等各种激光防护材料制成的激光防护镜，对抗强激光干扰和强激光致盲，从而保护光电传感器和人眼的一种防护手段；(2) 光电反侦察，是通过采用烟幕遮障、光电隐身、光电假目标、激光反卫星传感器等技术措施，改变目标的电磁波反射、辐射特性，降低保护目标和背景的电磁波反射或辐射差异，破坏和削弱敌方光电侦测和光电精确制导武器系统正常工作的一种防护手段。烟幕遮障技术就是通过在空中施放大量气溶胶微粒，来改变电磁波的介质传输特性，以实施对敌方光电探测、观瞄、制导武器系统干扰的一种防护技术。光电隐身技术就是减小被保护目标的某些光电特征，使敌方探测设备难以发现目标或使其探测能力降低的一种防护技术手段。光电隐身技术主要分为可见光隐身技术、红外隐身技术、激光隐身技术。光电假目标就是利用各种器材或材料仿制成假设施、假兵器等，这些假目标在光电探测传感器工作的电磁波段中与真目标具有相同特征。激光反卫星传感器技术就是利用激光器向卫星传感器发射激光，使传感器饱和或使之失效，以保护地面目标的一种防护技术。

（撰写：刘敬民　审订：阎秀生）

guangdian ganrao

**光电干扰**　electro-optical jamming　利用辐射、散射、吸收特定的光波能量或改变目标的光学特性，破坏或削弱敌方光电设备及光电制导系统正常工作的一种电子干扰技术。光电干扰分为光电有源干扰和光电无源干扰两种方式。光电有源干扰是采用发射或转发光电干扰信号的方法，对敌方光电设备实施压制或欺骗的一种干扰方式。光电有源干扰技术包括红外有源干扰技术（红外干扰弹、红外有源干扰机）、强激光干扰技术和激光欺骗干扰技术。红外干扰弹又称红外诱饵弹或红外曳光弹，用以欺骗或诱惑敌方红外侦测系统或红外制导系统。红外有源干扰机主要干扰对象是红外制导导弹。强激光干扰用于破坏敌方光电传感器或光学系统，使之饱和、

迷盲，以至彻底失效，从而极大地降低敌方武器系统的作战效能。激光欺骗干扰是通过发射、转发或反射激光辐射信号，形成具有欺骗功能的激光干扰信号，扰乱或欺骗敌方激光测距、观瞄、跟踪或制导系统，使其得出错误的方位或距离信息。光电无源干扰参见光电无源干扰。

（撰写：于艳梅　审订：孔令春）

guangdian gongji

**光电攻击**　electro-optical attack　在光电侦察基础上，利用光电技术和设备，压制、欺骗和扰乱敌方光电设备或武器，使其不能正常工作或完全失效而采取的一种电子进攻手段。光电攻击的主要手段是光电干扰，参见光电干扰。

（撰写：刘敬民　审订：阎秀生）

G

guangdian huokong xitong

**光电火控系统**　electro-optical fire control system　控制火炮、火箭、航空炸弹和战术导弹等自动或半自动地进行瞄准和发射的光电装置的总称。通常由观瞄装置、测距和测角装置、、火控计算机和显示装置等组成。观瞄装置可包括普通光学观察仪器、电视摄像机、热像仪或微光夜视仪，用于观察和瞄准目标。测距和测角装置常采用激光测距机/激光自动跟踪器和红外/电视跟踪器测定目标的坐标。火控计算机用于快速计算火控数据。显示装置用于显示目标图像和数据。光电火控系统各部分及其与被控制武器由各种随动装置、信息传输设备组成统一的整体。现代光电火控系统观察距离远，精度和自动化程度高，使武器系统的作战效能大为提高。随着激光和红外技术的发展，将采用焦平面阵列热像仪以及二极管泵浦的固体激光测距仪、跟踪器和目标指示器，进一步提高光电火控系统的性能和作战能力。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

guangdian qingbao

**光电情报**　electro-optical intelligence　利用光电探测设备搜集、侦察所获得的敌方军事装备的信息、敌军事战略目标的信息以及相关区域、地形、地貌等情报资料，为各级指挥员作出正确的决策提供依据。用于获取光电情报的主要光电探测设备有主动式红外夜视仪、微光夜视仪、红外热像仪、激光测距机、激光雷达、可见光摄像机、激光侦察设备、红外侦察设备和紫外侦察设备等。光电情报可通过多种途径获取，如航天侦察、航空侦察和海上侦察。航天侦察是使用各种航天飞行器（卫星、空间站、航天飞机等）进行成像侦察和导弹预警等。在现代战争中，航天侦察发挥越来越大的作用。航空侦察是使用各种空中平台，如光电侦察机、升空气球和气艇等侦察敌方纵深地区的情报。海上侦察是使用水面的和水下的光电探测设备获取有价值的情报，如舰载红外警戒系统和水下探雷光电系统等。

（撰写：赵勋杰　审订：田　宏）

guangdian wuyuan dingwei

**光电无源定位**　electro-optical passive location　由一个或多个光电接收设备组成定位系统，测量辐射源信号到达的方向和时间，经过信息处理，确定辐射源位置的一种定位技术。光电无源定位可与其他的侦察设备综合使用，一方面使侦察设备发挥更好的功效，另一方面解决单个侦察设备在一定条件下无法解决的问题。无源定位的特点是：对目标的定位是无源的；单站定位精度较差；需要信号处理和定位计算；多站无源定位系统要有合理的布局。

（撰写：孙　静　审订：王铁红）

guangdian wuyuan ganrao

**光电无源干扰**　electro-optical passive jamming　通过采用无源干扰材料或器材，改变目标的光波反射、辐射特性，降低保护目标和背景的光波反射或辐射差异，破坏和削弱敌方光电侦测和光电精确制导武器系统正常工作的一种干扰技术。光电无源干扰技术主要包括烟幕干扰技术、光电隐身技术和光电假目标技术。光电隐身技术就是减小被保护目标的某些光电特征，使敌方光电探测设备难以发现目标或使其探测能力降低的一种光电对抗技术。光电假目标就是利用各种器材或材料仿制成假设施、假兵器和诱饵等，以迷惑、欺骗光电侦察、识别系统，降低其对真目标的探测识别概率。

（撰写：于艳梅　审订：孔令春）

guangdian zhencha

**光电侦察**　electro-optical reconnaissance　对目标辐射或散射的光谱信号进行搜索、截获、定位及识别，以获取情报的一种电子对抗侦察。光电侦察可分为主动式侦察和被动式侦察。主动式侦察又称为有源侦察，就是通过发射设备主动向目标发射激光或红外波束，并接收从目标反射回来的信号，以得到目标的相关信息。如激光雷达、激光主动侦察、激光探照灯等。被动式侦察又称为无源侦察，即不发射光电信号，而通过探测器探测接收目标辐射或反射的光电信号。如红外告警、紫外告警、激光告警等。

（撰写：朱秀丽　审订：王铁红）

guangdian zhidao jishu

**光电制导技术**　electro-optical guidance technique　利用电视、红外、激光等光电技术精确引导导弹、航空炸弹、炮弹等武器的技术总称。电视制导是利用目标反射的可见光图像信息进行寻的制导，具有区别目标和复杂背景的能力，便于攻击目标，其缺点是作用距离较近，只能在白天能见度较好的情况下使用。红外制导是利用目标自身辐射的红外能量进行武器制导，其基本方式有点源制导和成像制导两类。由于大多数军事目标都是较强的红外辐射源，红外制导武器是目前使用最广和最有威胁的精确制导武器之一。激光制导是利用激光束进行武器制导，其制导方式有激光驾束制导、激光半主动寻的制导、激光主动寻的制导和激光指令制导等。目前广泛使用的是激光驾束制导和激光半主动寻的制导。由于激光光束角极窄，其制导精度极高（圆概率偏差小于 1 m）。光电制导由于精度高、抗干扰性能好、体积小、重量轻，已广泛用于空空、地空、空地、地地、岸舰、舰舰等制导武器的制导。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

guangdian zhuanhuan xiaolü

**光电转换效率**　photo-electricity conversion efficiency　太阳电池受到光照时，最大输出功率与入射到该电池面积上的全部入射光功率的百分比。一般用 $\eta$ 表示，其值可由下式计算得出

$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100\%$$

式中 $P_m$ 为最大输出功率，$P_{in}$ 为入射光的入射功率。从太阳

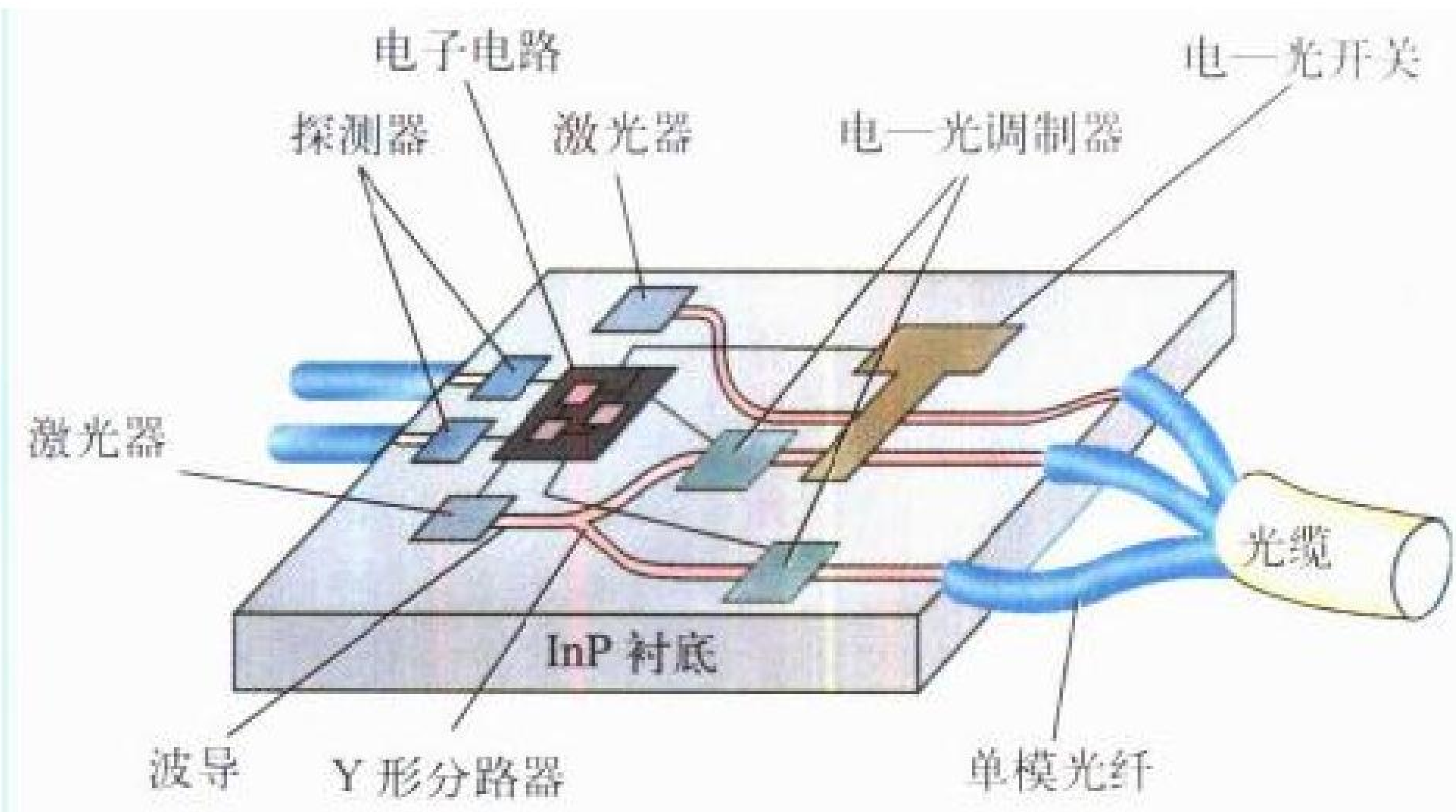
电池的伏安特性曲线可以得到太阳电池的填充因子 FF 和光电转换效率 $\eta$，如下式表示

$$FF=\frac{I_mV_m}{I_{sc}V_{oc}} \qquad \eta=\frac{FF\,V_{oc}I_{sc}}{P_{in}}\times 100\%$$

式中 $I_m$ 为最大工作点电流；$V_m$ 为最大工作点电压；$I_{sc}$ 为短路电流；$V_{oc}$ 为开路电压。太阳电池光电转换效率的数值是衡量太阳电池质量和技术水平的主要参数。太阳电池的填充因子、开路电压和短路电流是决定太阳电池光电转换效率的三个重要参数。要获得高的转换效率，这三个参数都要尽可能提高。（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

guangdianzi jicheng fashe jieshou mokuai

**光电子集成发射/接收模块**　optoelectronic integrated transmitter/receiver module　一种光电子集成回路（OEIC）。它包含光发射机、光接收机和一些光中继器件。OEIC 光发射机部分主要由半导体激光器、光监视器和驱动电路构成，它们集成在半绝缘的 GaAs（短波长）或 InP（长波长）衬底上。激光器多采用量子阱结构。驱动电路对 GaAs 衬底多采用金属—半导体场效应晶体管（MESFET）结构，而 InP 衬底则采用结型场效应晶体管（JFET）、金属—绝缘体—半导体场效应晶体管（MISFET）或异质结双极晶体管（HBT）结构。OEIC 光接收机主要由光探测器与放大器构成。一般采用 PIN 光电二极管作光探测器，场效应晶体管（FET）作前置放大器。一种新型光电子集成发射/接收模块结构如图所示。这类模块将广泛用于光纤通信、数据传输、光纤制导等领域。




光电子集成发射/接收模块结构示意图

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

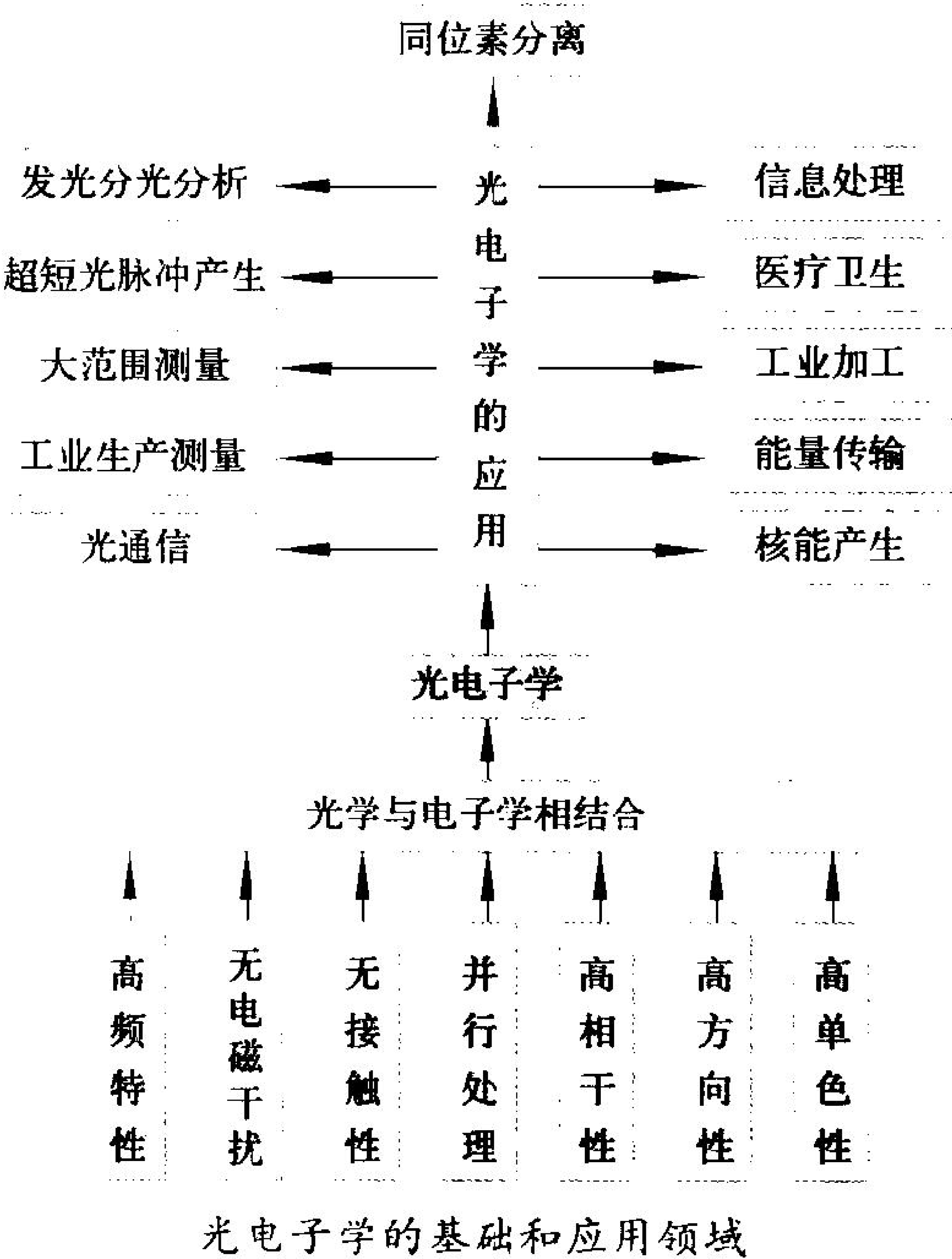
guangdianzi jicheng huilu

**光电子集成回路**　optoelectronic integrated circuit（OEIC）在同一介质衬底上制作的由光学器件（包括有源和无源光学元器件）和电子器件组成的多元件薄膜回路。其制造技术与超大规模集成电路相似，即在玻璃、晶体、半导体或高分子材料衬底上制作光学、电学和光电耦合等器件，实现开关、调制、变频、放大、滤波、复用、偏振、偏转、耦合、光发生、光接收、逻辑运算、信号处理和存储等功能。这种回路已用于光通信、光电精确制导、光电信息处理等设备中。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guangdianzixue

**光电子学**　optoelectronics, photoelectronics　由光学和电子学相结合而形成的一门技术学科，也是一门基于光电转换和电光转换效应的技术学科。它将图像或能量转换成电信号，然后进行处理和传送。它以光波代替无线电波作为载体，进行光发射、控制、传送、测量和显示。传统无线电电子学的概念、理论和技术，如振荡、放大、倍频、分频、调制、信息处理、通信、雷达、对抗和计算等都适用于光电子学。从这一意义上讲，光电子学是光频段的电子学，是电子学向光频段扩展的产物。1960 年第一台红宝石激光器的推出，宣告了光电子学时代的来临。迄今光电子学的应用完全覆盖了应用电子学的范围，而且比应用电子学还要广泛。如图所示为光电子学的基础和应用领域。（撰写：黄史坚　审订：邝心湖）



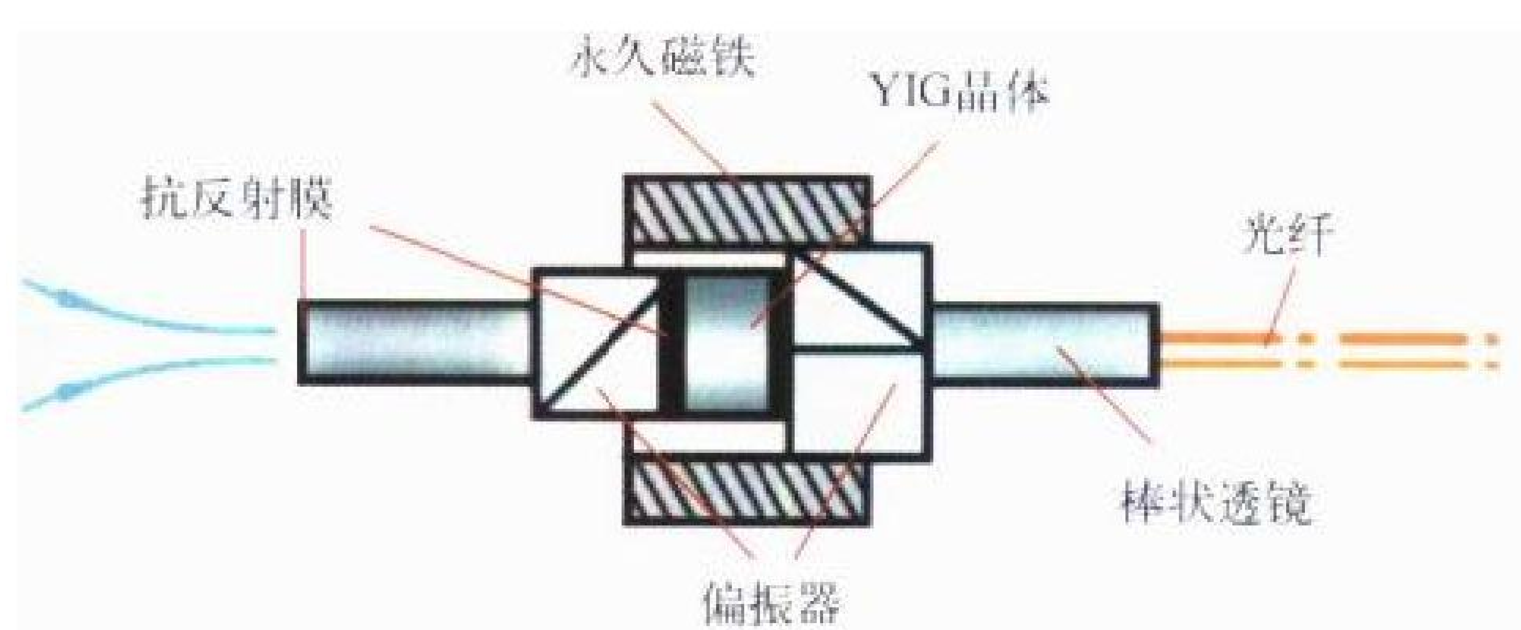

光电子学的基础和应用领域

guangfeixianggan tance

**光非相干探测**　optical non-coherent detection　又称光直接探测。光波信号直接射到光探测器的光敏面上产生一个比例于载波瞬时强度的输出电流信号。尽管直接探测时光探测器对光载波的频率、相位、偏振都不响应，但在实际应用中仍大量使用。（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

guanggeliqi

**光隔离器**　optical isolator　具有防反射光通路，使光波单向传输的光器件。其典型的结构如图所示，它是由磁铁和具有法拉第效应的元件构成。在永久磁铁的通孔中放置能产生法拉第效应的磁光材料，如 $YVO_4$ 晶体或 YIG 晶体，在晶体的两侧固定两块互成 45° 的偏振器，在偏振器的外面固定四分之一节距的棒状透镜，来自左侧的光波经棒状透镜扩展成平行光束，偏振器选择一个方向的偏振成分通过，该偏振成



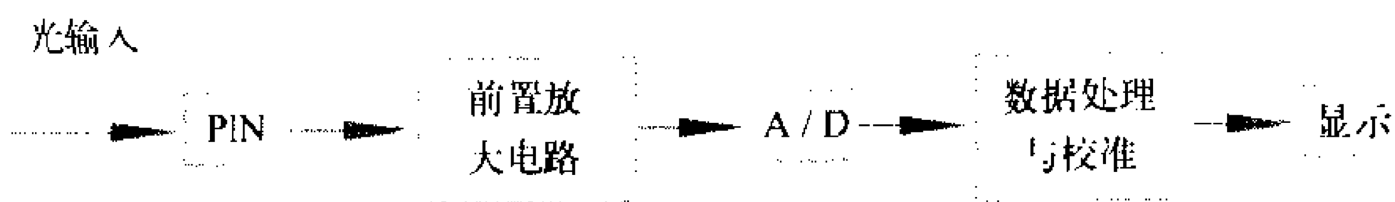

一种光隔离器的结构

G

分由磁光材料旋转45°，直接通过下一个偏振器，最后经棒状透镜会聚到输出光纤。所有反射光被晶体非可逆旋转45°而不能通过左侧的偏振器，各元件界面的反射由抗反射膜阻挡。这种光隔离器常用于光纤通信系统中的半导体激光器与光纤之间的耦合。要求正向插入损耗小，反向损耗大，体积小、工作可靠，以使激光器稳定工作，保证通信系统的传输质量和测试系统的精度。（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guanggonglü celiang

**光功率测量**　optical power measurement　测量光的功率。光功率测量有两种方法：(1) 热转换型方法，利用黑体吸收光功率后温度的升高来计算光功率的大小，这种光功率测量的优点是光谱响应曲线平坦、准确度高；缺点是响应时间长、成本高；(2) 半导体光电监测方法，利用半导体P-N结的光电效应，主要有PIN光电二极管和APD雪崩二极管，APD因具有雪崩放大作用，响应度高，但附加噪声大、偏置电压高、温度稳定性差、系统结构复杂。光功率测量的基本原理是光电二极管接收输入光信号，进行光电转换，产生与光功率成正比的电流信号，经过I/V转换、程控放大之后，通过A/D转换送CPU进行数据处理和校准，从而测出光的光功率。光功率计的基本原理如图所示。




光功率计基本原理图

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

guangguzi tongxin

**光孤子通信**　optical saliton communications　利用稳定光孤子(波)承载信息在光纤中实现的通信。光孤子是一种特定的相干光脉冲，其在光纤介质中的形成是光纤的色散与非线性相互补偿平衡的结果，光脉冲在光纤中的非线性压缩和色散展宽的共同作用下达到平衡时就可获得光孤子脉冲输出。基态光孤子在光纤中传播遵守孤子能量守恒定律，即光纤损耗只能使光孤子的幅度按指数率衰减，脉宽按指数率加宽。但是损耗并不能改变基态孤子的波形。光纤传输损耗可由光纤放大器的增益来补偿，这样就可使光脉冲经过长距离传输后仍维持孤子的幅度和脉宽不变。由于光孤子具有高峰值功率、窄脉宽等特点，容易实现超高速率传输。利用光孤子传输的特点，只要在光纤通信系统中增加光放大器，就可实现超大容量、超长距离的全光通信。光孤子通信系统由光孤子源、光调制器、光纤、光纤放大器、光探测器及解调器等构成。自20世纪70年代光孤子概念提出以来，在实用化技术上不断得到突破性进展，并逐步趋于成熟，如半导体孤子源、色散位移光纤、掺饵光纤放大器等。总之，光孤子通信由于摆脱了光纤色散的制约，是一种新型非线性光传输方式，可望用于高速、长距离海缆通信，将成为非线性光通信方式之一。（撰写：蒋丽娟　审订：吴国锋）

guangjisuanji

**光计算机**　optical computer　基于光技术和光器件实现的计算机。光技术与电子技术相比有互联数大、互联密度高、无物理触点、无干扰、功耗低、衰减小、传输快、高时空带宽等特点。光技术的这些特点，给实现高速并行处理计算机提供了新的技术途径。在光计算机中，信息载波于光束、计算是由光器件实现的。光计算机分为模拟光计算机和数字光计算机两大类。由于模拟量计算远不如数字计算的精度高、所以实用性有限。第一台全数字光计算机由AT&T贝尔实验室利用对称自由光效应器件(S-SEED)于1990年研制成功。但由于工艺上制作困难，此后倾向于采用光电混合的方法来研制光电混合型计算机居多，而光器件主要用于部件间的互联。（撰写：张学孝　审订：张全荣）

guangjiaohuan

**光交换**　photonic switching　光传送网络中实现光信号路由交换的各类技术的统称。它包括光空分交换、光时分交换和光波长交换三类。光空分交换是利用机械位移、微光电子机械位移以及电光、声光、磁光、热光效应等原理，使光信号的传输路径发生改变以及各种传输路径改变的组合控制来实现交换功能。光时分交换是利用光延时器件来构成光缓存器，对同一波长光信号码流进行比特或信元的时序重组。光波长交换是指光信号在网络节点处直接从光路上将其所携带的信息从一个波长转移到另一个波长上，其主要利用半导体光放大器的交叉增益调制、交叉相位调制、四波混频、差频及光环境的非线性效应等原理来实现。光空分交换是光交换的基础，它和光时分交换结合可实现光时序交换功能；它和光波长交换结合可实现完全无阻塞的光交叉连接及光分叉复用功能。光交换技术已成为光通信网络研究的核心，并将最终以此为基础构成全光网络。

（撰写：吴国锋　审订：罗青松）

guangke baoguang shebei

**光刻曝光设备**　lithography exposure equipment　将掩模版上的图形通过投影的方法，精确地复制到衬底上的装置。它是集成电路和半导体器件工艺线上的关键设备。按曝光方式可分为接触式(含接近式)曝光、投影式曝光和电子束直写曝光。接触式光刻机工作时掩模版与衬底相接触(或离开1～3 μm)，衬底与掩模对准后曝光一次完成。由于分辨率较低和掩模版容易受到沾污，多用于0.5 μm以上的工艺。当前主流工艺线均使用投影分步重复式光刻机，它将掩模版的图形通过高质量的镜头组按$N:1$比例投影到圆片上，每次曝光一个单元并步进移动承片台直至完成整个圆片的曝光。光刻曝光的分辨率取决于瑞利公式

$$R = k\lambda / NA$$

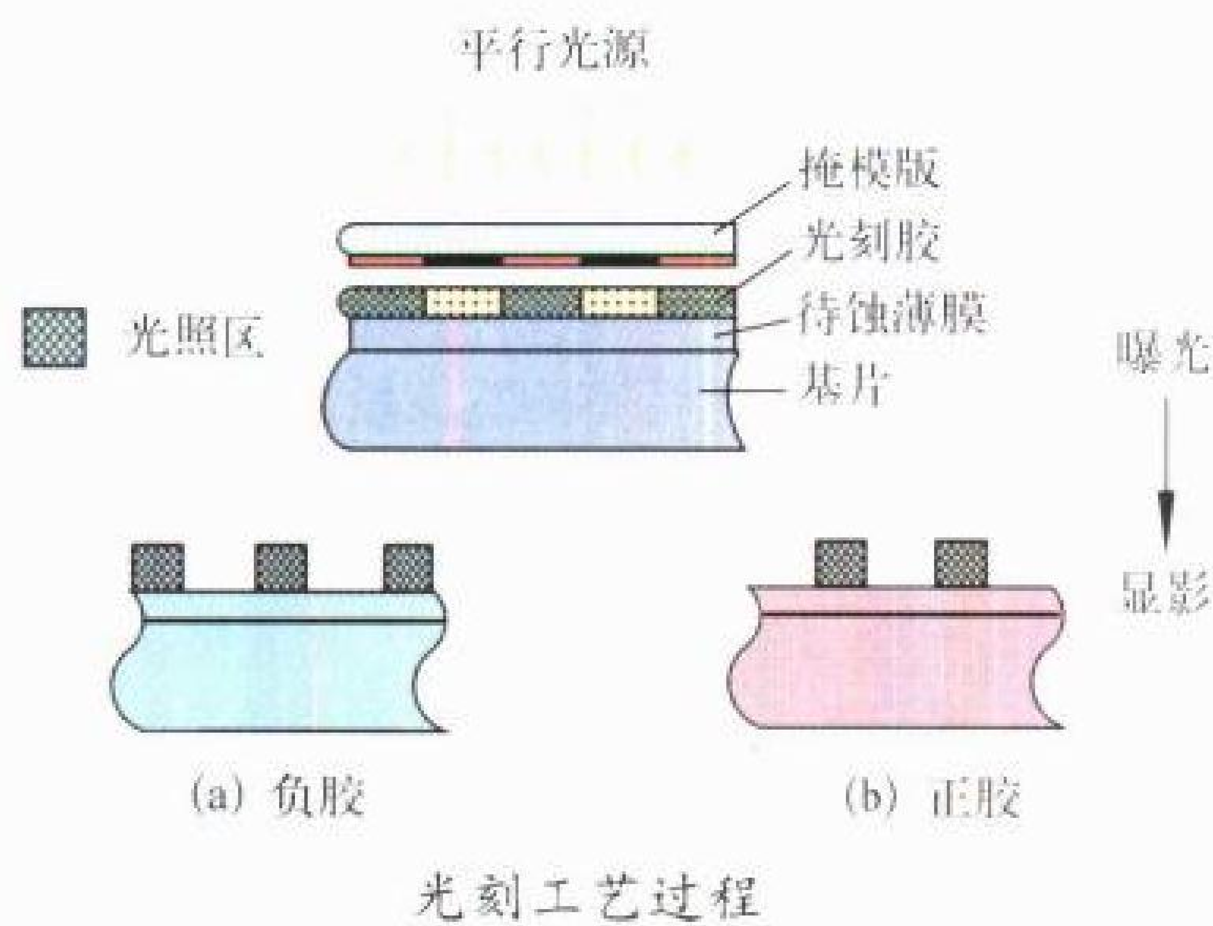
式中 $R$为分辨率；$\lambda$为投影光的波长；$NA$为镜头的数值孔径(0.35～0.6)；$k$为投影光的相干因子(0.2～0.8)。0.5 μm的IC采用I线(波长365 nm)光源，小于0.25 μm线条的IC用准分子激光(KrF，ArF)。电子束直写由于波动性小，可以实现60 nm线条的光刻，但其速度慢，多用于特殊器件如化合物半导体器件光刻或制版。目前0.13 μm的极紫外光刻机已达实用化，用于制造0.1 μm的IC。电子束步进投影光刻机、X射线和离子束光刻机及其相关技术正在研究开发中。

（撰写：高建峰　审订：林金庭）

guangke jishu

**光刻技术**　photolithography technology　利用照相技术的光学—化学反应原理，将微电子电路图形制作在半导体芯片上的技术。它包含电路掩模版制作、曝光、显影三步骤，如图

所示。光刻技术借助掩模版以及涂覆在半导体基片上的感光胶，在光照作用下，分别产生相应的图形，形成后续工艺的保护层，实现图形的转移。一种超大规模集成电路加工往往需要用 10 ~ 20 块掩模版，经过 10 ~ 20 次光刻操作才能完




光刻工艺过程

成，其套刻精度要求极高。目前光刻线条已达 0.1 μm，套刻精度为纳米量级。掩模版制作有光学照相技术、移相掩模技术、激光绘图技术和电子束制版技术。版的材料有玻璃铬版、石英版和特殊的用于电子束和 X 光曝光用的掩模版等。光刻胶也因线条尺寸、曝光技术的不同而选用不同的材料和工艺。曝光技术有光学曝光、深紫外曝光，以及电子束直接刻写曝光等，并且正在发展极紫外曝光、X 射线曝光和离子束曝光等。（撰写：黄念宁　审订：林金庭）

guangke yanmo zhizao shebei

**光刻掩模制造设备**　mask making equipment　用于制造微电子电路中光刻工艺使用的图形掩模版的设备。它包括图形计算机辅助设计系统、图形发生系统、掩模版精缩系统以及其他有关的显影、腐蚀、测量检查、修版系统。图形计算机辅助设计系统具备包括电路自动生成版图并对版图进行光学临近效应的自动修正功能和移相掩模图形的设计功能。图形发生装置有激光直写图形发生装置、光栅图形发生装置及电子束图形发生装置。由于集成电路线条已进入 0.1 ~ 1 μm 范围，直写光刻掩模电子束设备已成为主要设备。电子束掩模制造设备多采用矩形束斑和先进的可变束斑，后者兼备了线条和速度的优点。检查和修版系统自动将版的明暗变换成电子信号以与版图设计数据比较；用聚焦离子束设备可以对存在的微细缺陷进行修补。掩模版制造过程中的显影和刻蚀设备根据电路图形精度、版的尺寸和材料不同采用不同的工艺和设备。（撰写：高建峰　审订：林金庭）

guanglan

**光缆**　optical fiber cable　用光纤制成的符合特定的光学、机械、应用环境规范的缆。光缆中除光纤外还可能有一定数量的电缆元件、充气管、填芯等附件和用以承受机械应力的加强件，其外围有外护层。光缆按结构分有单位式光缆、层绞式光缆、带状光缆、骨架式光缆、单芯光缆、双芯光缆、多芯光缆、综合光缆、非金属光缆、充气维护光缆、全填充式光缆、塑料护套光缆、综合护层光缆。按敷设场合分，有架空光缆、直埋光缆、管道光缆、移动光缆、户内光缆、水下光缆、设备内光缆、拖曳光缆、海底光缆。按用途分，有通信用光缆和非通信用光缆。其中，通信用光缆又可分为公用通信光缆和专用通信光缆，前者包括市话光缆（用户光缆、中继光缆和局用光缆）、长途光缆、海底光缆，后者包括铁道通信光缆、电力通信光缆、广播电视光缆、军用光缆、工矿企业用光缆、其他用途通信光缆；非通信用光缆包括医用光缆、传输光能的光缆、传输图像的光缆、传感器用光缆与特定系统（如航天器、航空器、舰艇与野战系统）中的光缆等。如图所示为典型的光缆外形。用光缆传递信息的突出优点是保密性好、抗干扰能力强、传输损耗低、信息容量大。


典型光缆外形图

（撰写：张　煦等　修订：吴永生　审订：梅遂生）

G

guanglan xuanzhuan lianjieqi

**光缆旋转连接器**　optical fiber cable rotary connector　两段光缆相对旋转时保持其中光纤一一对应连接的元件。按其光纤根数分为单芯、双芯和四芯等。单芯光缆旋转连接器的两段光纤之间用透镜耦合以保证较小的附加损耗。多芯光缆旋转连接器包括安装在可 360° 旋转机构上的多组透镜和反射镜，以保证光缆转到任何角度时，各光纤能一一对应。光缆旋转连接器主要技术指标是附加损耗。例如，典型的四芯旋转连接器附加损耗为 6 dB。（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guangliangzi tongxin

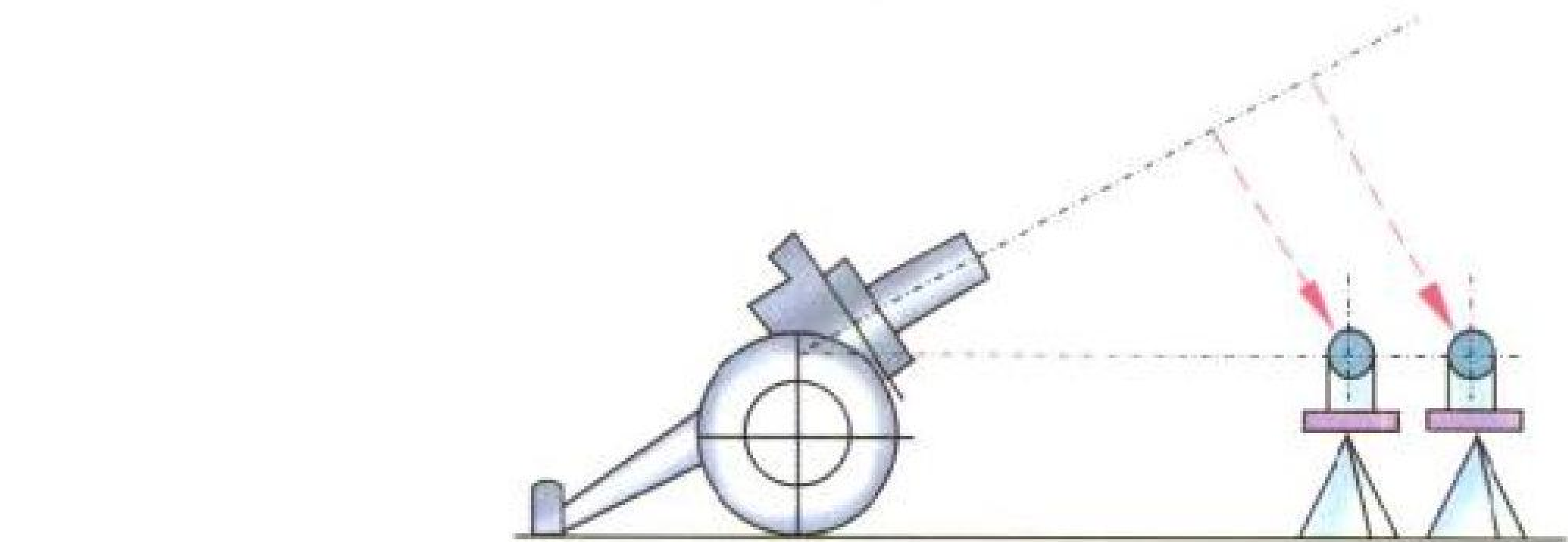
**光量子通信**　optical quantum communication　利用光量子承载信息实现的通信。目前常规的光通信、相干光通信及光孤子通信等几种光波通信都是基于经典的通信概念和理论，而光量子通信则服从量子信息论规律，是一种新的光通信概念和模式。理论预言，光量子通信容量远远超过各种非量子的经典通信容量。自 20 世纪 60 年代光量子通信提出以来已设计出多种实验方案，通信系统发射端采用激光器和光调制器、光纤仍为信息传送线路，接收端有些是采用量子无破坏测量、光子记数器或基于相关光子对探测。基于光子对探测的光量子通信系统有可能把探测灵敏度大幅度提高，即使信号被噪声掩埋，也能将信号识别提取出来。光量子通信的理论框架已初步形成，初步实验也显示有极好的科学和应用价值，特别是其保密性备受重视。研究还处在早期开创阶段，实用还较遥远。负责美国量子信息科学计划的陆军研究所的科学家称："光量子通信是军事通信发展的里程碑。从现实来看，如果要求技术水平低一些，可能只需 5 年或 10 年时间便可制造出光量子通信系统。"

（撰写：曹德述　审订：吴家兴）

guangmuba cesuyi

**光幕靶测速仪**　skyscreen target velocity　又称天幕靶测速仪。用于测量弹丸飞行速度的光电仪器。主要用于弹丸的初速测量。天幕靶主要由镜筒和计时终端组成。镜筒部分安装于照准架水平轴上，照准架带有水准器和垂直度盘。镜筒物镜的成像空间装有光学纤维束，前端起狭缝作用，后端输出光通量至光电接收器。镜筒的物镜指向天空，物镜调焦时狭缝的共轭位置与天空构成一薄层天幕。测速时，镜筒仰角与火炮射角互成余角，当弹丸垂直穿过天幕时，引起进入狭缝的自然光的光通量减少，获得中断脉冲，利用两个天幕测得

中断脉冲的时间间隔，解算出弹丸初速，如图所示。由于光



使用两个天幕靶测量弹丸速度的布置图

幕靶测速仪是利用光通量的变化来进行测量，所以不需用高大的支架，可测大射角或空中弹丸飞行速度。测速精度高达弹丸速度的千分之一，但使用过程中受气候的影响较大，在阴天和雾天无法使用。图示为使用两个天幕靶测量弹丸速度的布置情况。（撰写：陈 旸 审订：孙 鉴）

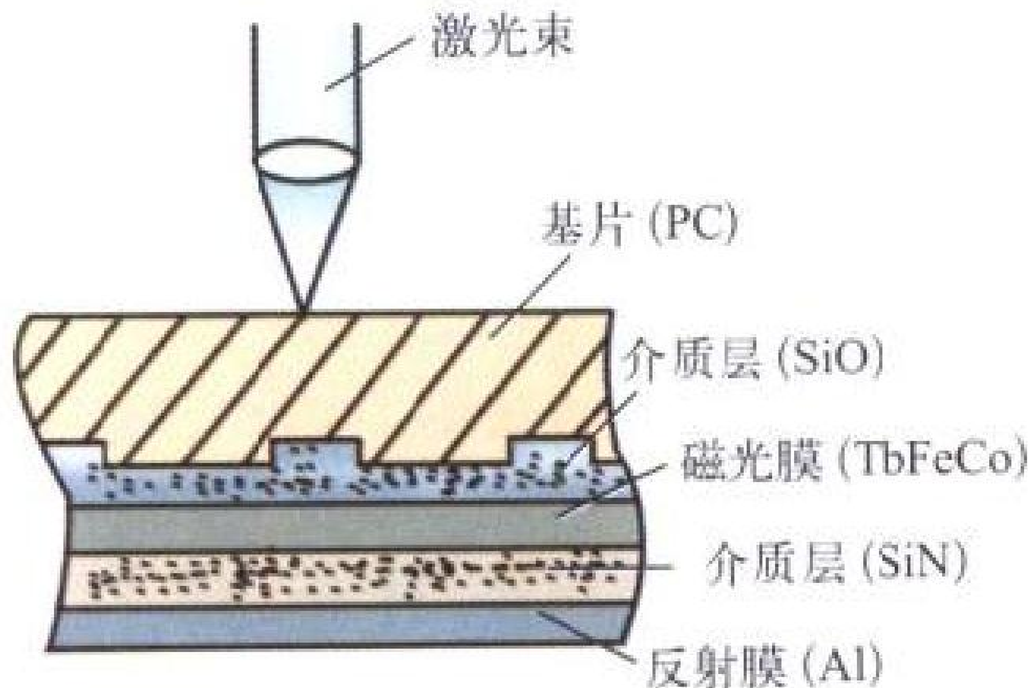
guang'ouheqi

**光耦合器** optical coupler 在一对或多个接口之间耦合或分配光功率的器件。常见的有两类，一类是光纤之间耦合用的光耦合器。其原理是：⑴ 输入光纤通过透镜准直成平行光束，叠加后由大孔径透镜收集，会聚到输出光纤中去；⑵ 借助反射镜，将反射光束和透射光束叠加；⑶ 光纤侧向熔接或拼接，在光波导结合处实现传输模的耦合；⑷ 将输入光纤拉锥或冷加工成楔形，缩小其横断面面积，再与输出光纤熔接或胶接。表示其性能的参量有插入损耗、分路（耦合）比和方向性等。常用于光纤波导的功率分接、光波传播的定向控制、功率混合和波分复用、数据总线信号的分路和接入、公用电视天线和光纤测试系统中按所要求的比例组合和分离信号。另一类是在光源与光波导或光波导与检波器之间进行光功率耦合的器件。这类光耦合器常含透镜、棱镜、光栅或光劈等光学元件，以使光源发出的光会聚并传入光波导，或从光波导导出光波再引入检波器。常用于集成光学系统的功率耦合或分配及薄膜波导的光学参数测量等。

（撰写：吴永生 审订：梅遂生）

guangpan

**光盘** optical disc 光盘存储器中用来记录信息的媒体。它由圆盘形状玻璃或塑料基片及其上所涂的记录介质层、保护层等组成。光盘通常在其基片上预先刻好伺服及格式化信息，如表示记录道的螺旋状沟槽和扇区地址等。光盘以其所适用的光盘机性能划分，目前的产品有只读型（CD-ROM）、一写多读型（WORM）和可擦型光盘；其中可擦型又可分为磁光型和相变型等。光盘结构以磁光型光盘为例，如图所示。该盘采用四层薄膜结构，基片为聚碳酸酯材料，在其上分别用蒸发和溅射镀膜的方法敷以 SiO 介质层、TbFeCo 磁光膜、SiN 介质层和 Al 反射膜。

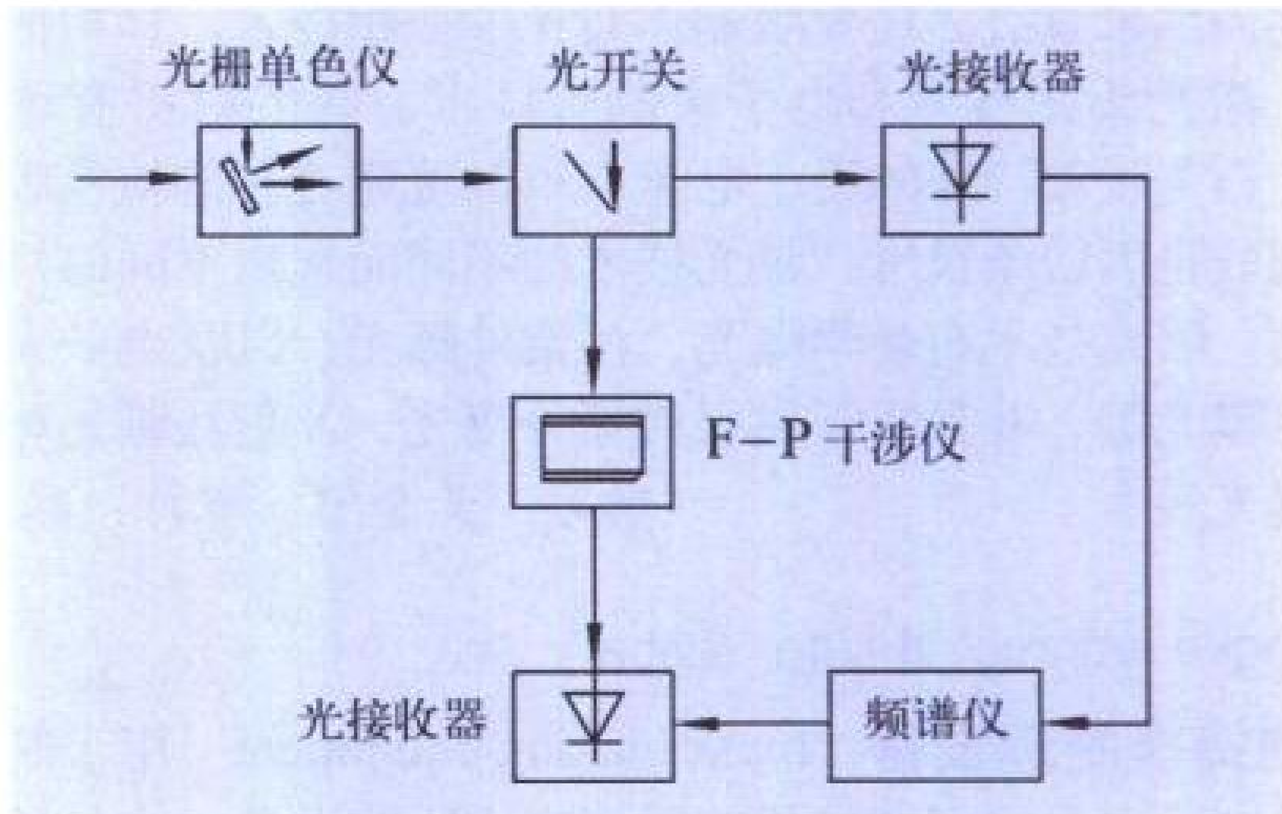



磁光型光盘剖面示意图

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

guangpu fenxiyi

**光谱分析仪** optical spectrum analyzer 光谱特性分析仪是集光学、精密机械、电子技术与计算机技术于一体的测试仪器，是各种光源、光纤、光学滤波器等军民用光电产品在研制和生产过程中进行性能评价的基本仪器，也是光纤通信设备和系统监测、验收、维护所必需的测试仪器。光谱分析仪按测量方法可分为三类：光栅衍射型光谱分析仪、光栅衍射 F-P 干涉型光谱分析仪、傅里叶变换光谱分析仪。测量波段主要集中在 0.6～1.75 μm，采用选件式可扩展到 0.35 μm 的紫外波段。光谱分析仪因其特有的宽波段范围、大动态范围（不小于 40 dB/±1 nm）、高灵敏度等特点，在光谱分析中占据主导地位；采用双光栅单色仪或双通光栅单色仪技术还可将动态范围提高到 55 dB/±1 nm 以上。将光栅衍射和 F-P 干涉仪结合在一起的光谱分析仪已使分辨率达 0.8 pm。傅里叶变换光谱分析仪是在双光束干涉仪基础上发展起来的调制型光谱仪，具有波长准确度高、分辨率高、扫描速度快等优点，是一种用于近红外、可见光和近紫外区的新型光谱分析仪。光栅衍射 F-P 干涉型光谱分析仪原理如图所示。

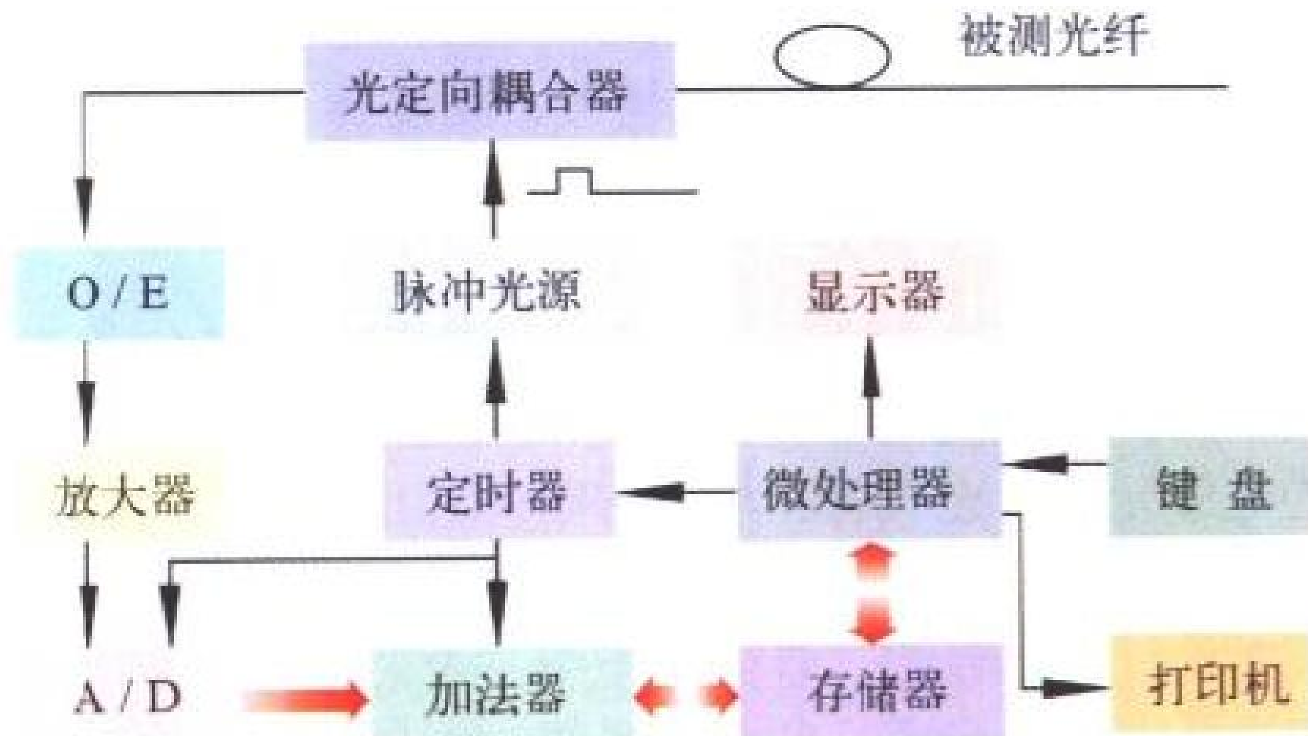



光栅衍射 F-P 干涉型光谱分析仪原理图

（撰写：李为民 审订：陈光禹）

guangshiyu fansheji

**光时域反射计** optical time domain reflector (OTDR) 光纤通信系统中测量光纤和光缆特性的仪器。光时域反射计由脉冲光源、光定向耦合器、光接收单元、放大器、A/D 转换器和微处理器组成。脉冲光源产生的光信号经过光定向耦合器注入被测光纤，光纤中返回的菲涅尔反射和后向散射光经过光定向耦合器进入光接收端，由光电管将光信号变为电信号，经放大和 A/D 转换送入微处理器进行数据处理，获得




OTDR 原理图

光纤特性。光时域反射计从光纤的一端非破坏性地测试光纤、光缆的特性，显示出光纤沿线损耗分布特性曲线。光时域反射计可测试光纤的长度、断点位置、接头位置及光纤的衰减系数和链路损耗、接头损耗、弯曲损耗、反射损耗等。

光时域反射计主要用于光纤通信系统的生产、研制、施工、监控和维修的各个环节，是光纤通信系统中必不可少的测试仪器，其原理如图所示。（撰写：李为民 审订：陈光祎）

guangshuaijianqi

**光衰减器** optical attenuator 一种用来降低光波能量的器件。衰减器通常是表面蒸镀金属吸收膜的玻璃基片，为尽量减少返回到输入光波导的反射光，衰减片大多对光轴倾斜放置。按结构不同可分为固定光衰减器、分档可变光衰减器和连续可变光衰减器。其性能指标有衰减量、衰减量精度（重复性）及波长使用范围等。最大衰减量可达 50 dB 以上，衰减量精度可达±0.2 dB。常用于光纤传输线路、集成光路及光测试系统。

（撰写：张煦等 修订：吴永生 审订：梅遂生）

guangtanceqi

**光探测器** photodetector 将接收到的光转换成电信号输出的接收器件。不同光探测器所能接收的光辐射可覆盖始于 25 nm 的真空紫外到截止于 1000 μm 的亚毫米波。光探测器按工作原理的不同分为光子探测器（又称量子探测器）和热探测器两类；按器件结构的不同分为单元探测器、四象限探测器、探测器线列和探测器面阵。它们广泛应用于军事和国民经济各领域，进行目标的距离、方位、速度的测量和姿态控制，温度测量和控制，信息的传输、存储与处理以及化学成分分析。典型应用有可见光摄像、微光夜视、红外制导、热成像、激光测距、激光制导、激光引信、光雷达和光通信等。（撰写：董培芝 审订：韩建忠）

guangtiaozhi celiang

**光调制测量** optical modulation measurement 测量被射频信号调制的光信号，并给出相应的幅度和相位信息。调制的目的是把有用信息加到光波上去，目前光波调制主要是光强调制，其方法有：(1) 直接调制法，即有用信号直接注入激光器，对其强度进行调制；(2) 光外差法，产生频率差拍信号进行调制；(3) 外调制法，即利用电光晶体、声光晶体等对光载波进行调制。调制光经过光波接收机进行光电转换并进行放大处理后，可以使用一体化矢量网络分析仪或调制域分析仪对光调制信号的特性和参数进行测量分析。

（撰写：李为民 审订：陈光祎）

guangtongxin

**光通信** optical communication 利用光波作为载波传输信息的通信。根据光波传输方式的不同可分为导波信道和非导波信道。前者又称为有线光通信，即光纤通信，光波的传播被限制在光纤或光缆中。后者非导波信道传输称为无线光通信，它主要包括自由空间光通信、大气光通信和水下光通信。无线光通信的信道除了自由空间光通信是理想的类似于真空信道外，近地大气及水下通信的信道是含有不同微粒的随机介质信道。光通信的光源可以采用普通光源或激光源。

（撰写：胡渝 审订：李振邦）

guangxian

**光纤** optical fiber 光导纤维的简称。可对光起束缚和传输作用的纤维材料。它是由折射率为 $n_1$ 的纤芯和折射率为 $n_2$ 的包层组成，$n_1 > n_2$。光纤传输光束的原理为光的全反射定理（如图1所示）。在光纤端面，改变入射角 $\theta$，使折射光到达

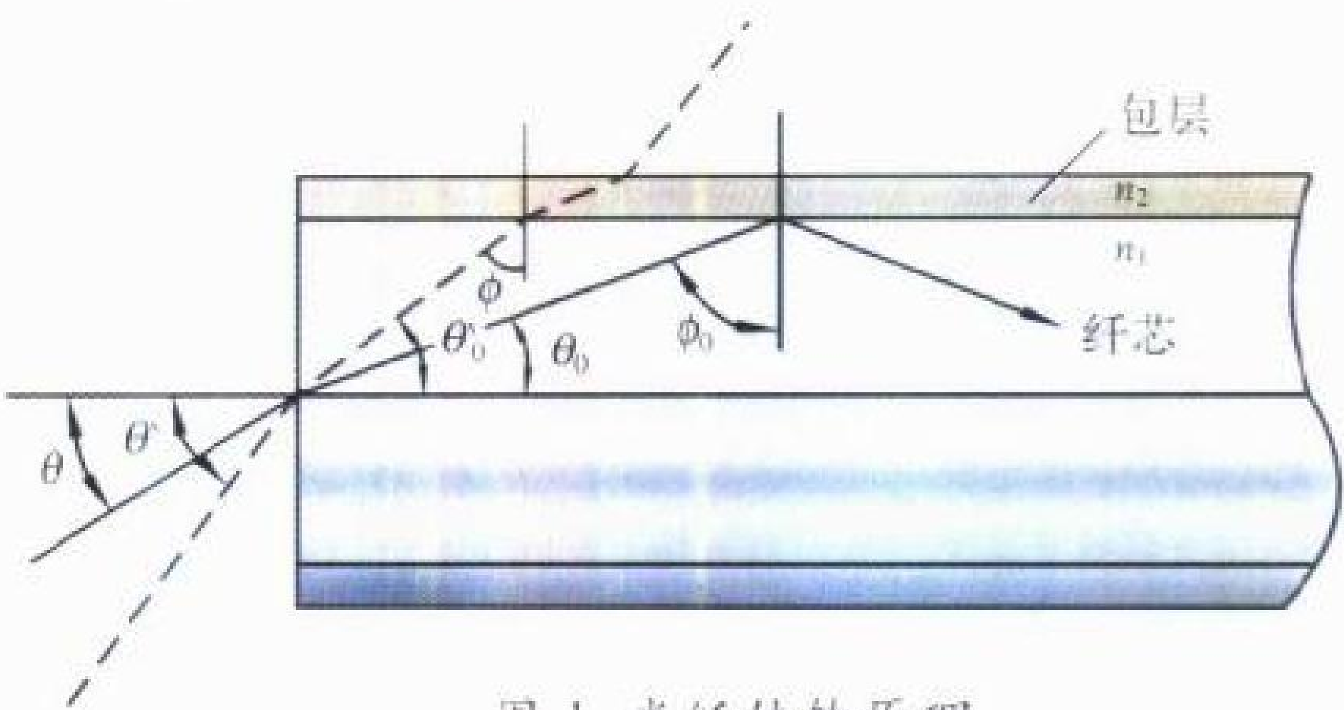



图1 光纤传输原理

包层界面时的入射角 $\phi$ 增大到全反射临界角 $\phi_0$，则进入纤芯的光被全部反射回纤芯中，光束借多次全反射而沿光纤传播。光纤按用途可分为传输光纤和传感光纤；按纤芯折射率分布可分为阶跃型光纤和梯度型光纤（如图2所示）；按传播

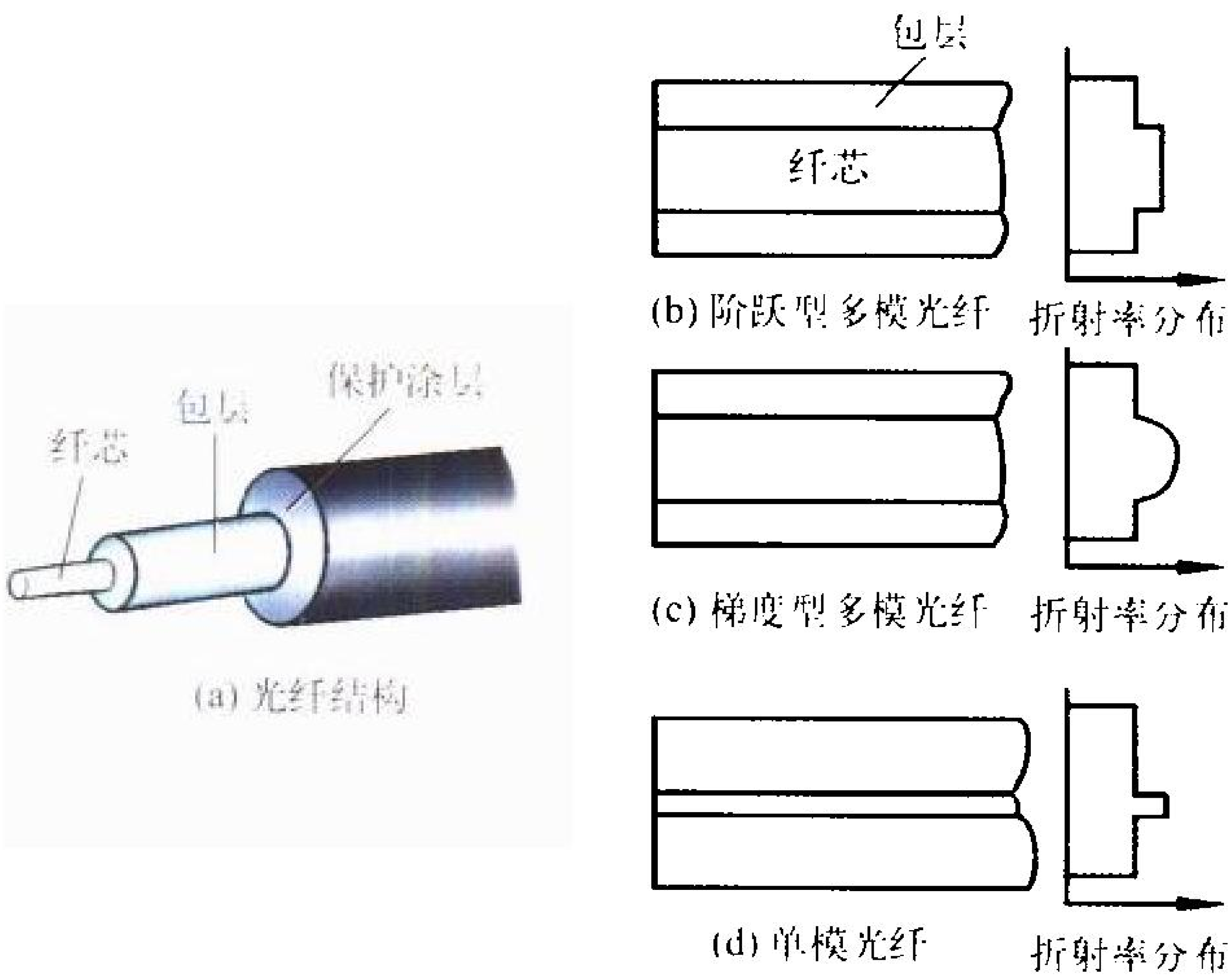



图2 几种典型的传输光纤结构及折射率分布

光的模数可分为单模光纤和多模光纤。光纤可以用各种材料制作，因而又有石英光纤、多组分玻璃光纤和塑料光纤之分。光纤在军事上用于光纤陀螺制导、机载通信、雷达及智能蒙皮等方面，扩展了现代作战系统的时域、空域和频域，在提高发现、跟踪、识别、命中和通信能力方面具有重要作用。（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

guangxian ceshi

**光纤测试** optical fiber test 测试光纤特性，即测试光纤的长度、断点位置、接头位置及光纤的衰减系数和链路损耗、接头损耗、弯曲损耗、反射损耗等。根据光在光纤中的传输原理，发射具有一定重复周期和宽度的窄光脉冲注入被测光纤，检测沿光纤各点传回的后向瑞利散射光或菲涅尔反射光信号，根据后向光信号沿时间轴的幅度曲线得到光纤的长度和损耗特性。光纤长度由发射脉冲与返回光信号的时间间隔及光纤中的光速计算得到，光纤损耗特性取决于光纤各点返回信号与初始返回光信号的光功率之比值。光纤长度为

$$L = (c/n) \times \Delta t / 2 \quad (1)$$

式中 $c$ 为真空中的光速；$n$ 为光纤群折射率；$c/n$ 为光纤中的光速；$\Delta t$ 为初始发射脉冲与返回光信号的时间间隔。光纤两点间损耗为

$$\alpha_2 = 5 \lg (P_1 / P_2) \quad (2)$$

式中 $P_1$ 为光纤上第一点返回功率值；$P_2$ 为光纤上第二点返

回功率值。光纤两点之间损耗常数为

$$\beta = \alpha_{12} / l_{12} \quad (3)$$

式中 $l_{12}$ 为光纤上两点间距离。

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

guangxian chuanganqi

**光纤传感器** optical fiber transducer 利用光纤技术及有关光学原理，将感受的被测量转换成可用输出信号的传感器（见图）。按光纤在传感器中的作用，传感器可分为两类：一类是利用光导纤维本身具有的某种敏感特性实现对某种参数测量，此种传感器称之为功能型光纤传感器；另一类，光导纤维在传感器中仅仅起到传输光波的作用，必须在光纤以外或前端加装敏感元件才能实现对某参数的测量，这类传感器称之为传输型光纤传感器。此种传感器主要用于非接触式测量，其特点是抗电磁干扰能力强，种类繁多，用途广泛。可对温度、压力、流量、振动、位移等参数进行测量。




光纤传感器原理图

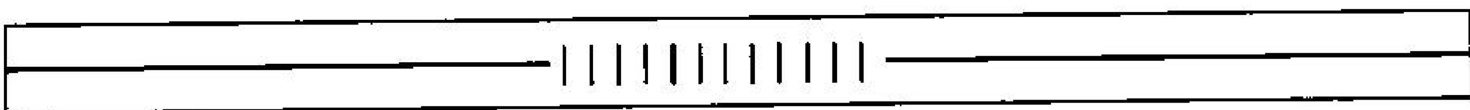
（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

guangxian fangdaqi

**光纤放大器** optical fiber amplifier 将弱的光信号放大的光纤激光装置。弱信号在有源光纤一端输入，泵浦光通过耦合器输入，当信号光在光纤中传输时，触发被泵浦光激发的激活离子，产生与信号光同频率的光辐射，信号光沿光纤被加强。光纤放大器没有共振腔，通常采用半导体激光器作泵浦源。泵浦光和信号光在光纤中以相反的方向传输，有助于获得更高的功率输出。光纤放大器的能量存储受增益饱和的限制，增大光纤放大器纤芯的模式面积，提高掺杂浓度，可获得高能量的多模输出；减小光纤的数值孔径，可在单模运行的同时获得高能量输出。光纤放大器预计可以获毫焦耳量级的抽取能量。掺 Er 光纤放大器（EDFA）已大量用于远程光纤通信，增加无中继传输距离。（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

guangxian guangshan

**光纤光栅** optical fiber grating 在光纤芯上做的折射率周期性变化的光栅。其长度常为数毫米到数十毫米，但也可达数百毫米。光纤光栅材料常用掺 Ge（或Ce）的石英玻璃。为适应各种不同的使用要求，纤芯还可能掺入 B、P、N、F、Al、Sn、H、Y、Er 等元素。掺 Ge（或 Ce）的目的是要增强石英玻璃的光敏性，这里的光敏性是指纤芯的折射率或非透射性在光照的诱导下产生足够大的永久性变化。光栅可通过在光纤内输入两束相干又相对传播的激光形成驻波写入光纤，也可用空间调制成光栅状的紫外光侧面照射光纤后制成。光纤光栅的结构如图所示。采用光纤光栅可制成滤光器、模式变换器以及激光器、放大器的反射镜和各种各样的传感器，在光纤通信等应用领域有重要作用。

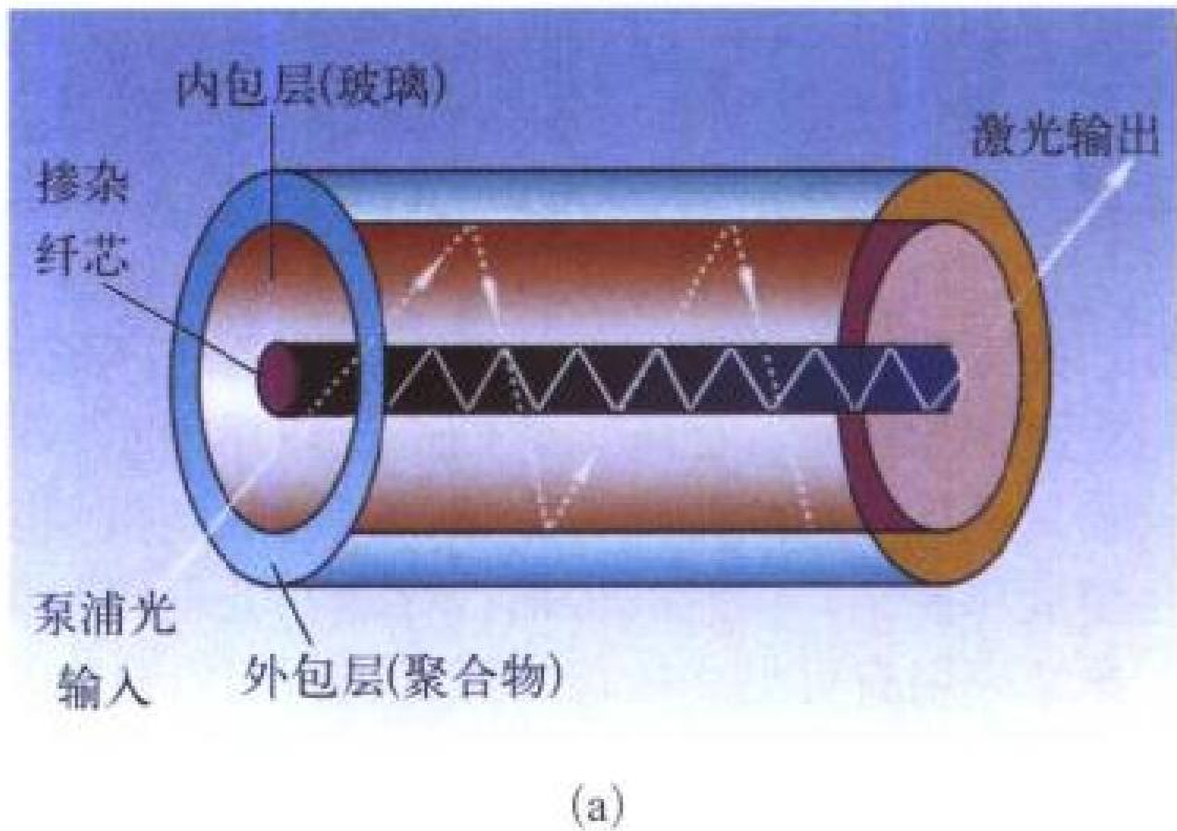


光纤光栅

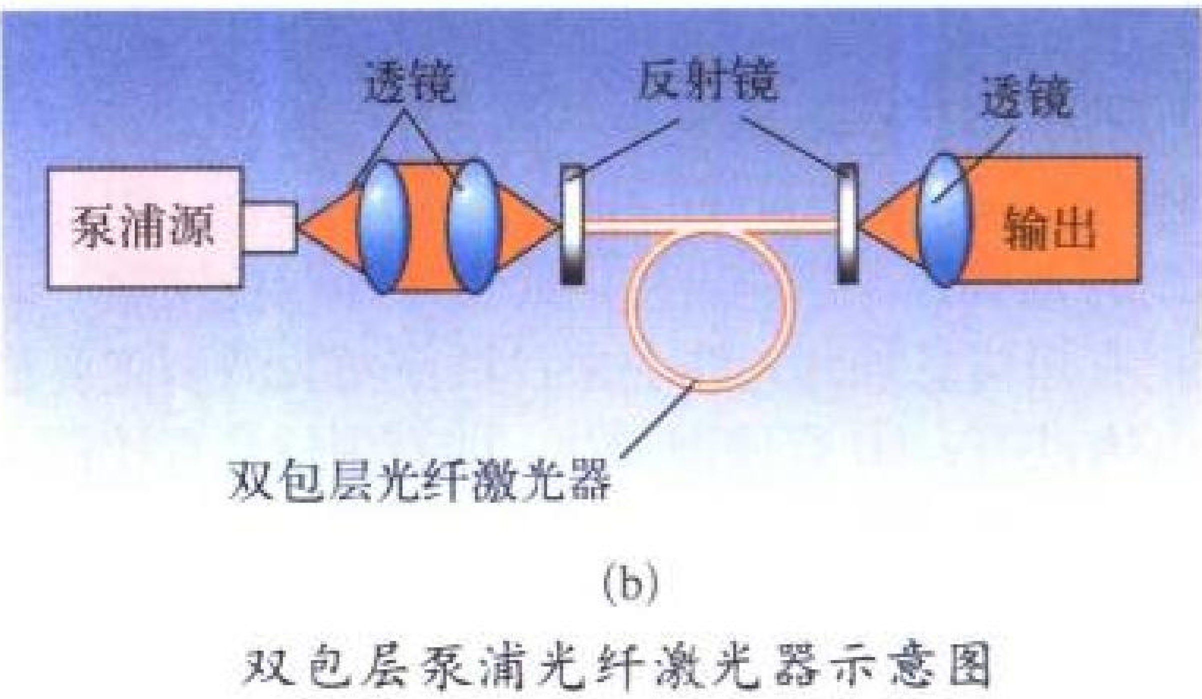
（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guangxian jiguangqi

**光纤激光器** optical fiber laser 以掺杂光纤为工作介质的激光器。光波导纤芯掺杂 Er、Yb、Nd 等稀土元素离子作为激活粒子。常用的掺 Er 光纤激光器为三能级系统，泵浦波长为 0.98 μm 和 1.48 μm，激光发射波长在 1.53 μm 附近，发射带宽较宽，可锁模运行。掺 $Yb^{3+}$ 的光纤激光器可获得高功率输出，输出波长为 1.1 μm。可采用 $Er^{3+}/Yb^{3+}$ 双掺杂提高泵浦效率。光纤激光器的输入耦合和光反馈由光纤端面镀膜提供，泵浦源多采用半导体激光器。双包层泵浦技术可大幅度提高光纤激光器的效率，其结构如图所示。光纤激光器工作物质散热面积大，很好地解决了困扰其他固体激光器的散热问题，它具有高光束质量、高可靠性、高效率（光转换效率高达 60%）、体积小和易于操作等优点。已获得连续波百瓦量级的输出，并可制成小型超短脉冲激光器。光纤激光器将在材料加工、远程通信、光雷达、光武器等领域中发挥重要作用。




(a)




(b)

双包层泵浦光纤激光器示意图

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

guangxian juyuwang

**光纤局域网** optical fiber LAN 泛指使用光纤作为传输介质的局域网。例如，利用光纤分布数据接口（FDDI）或分布式队列双总线（DQDB）组成的局域网。采用光纤接口的千兆位以太网是近年来发展较快的光纤网络，它可以是局域网，也可以是城域网。光纤以太网有几种不同的标准：对于 802.3 兼容的 10 Mb/s 以太网，所有节点均与转发器或中央集中器连接，节点配有光纤收发器，它插入到适配器卡上的 AUI 接口中，用 ST 或 SMA 光纤连接器连入电缆中，其系列标准在 10 Base FX 中规定；对于 100 Mb/s 以太网，其标准在 100 Base FX 中规定。光纤以太网有三个变种：FB 表示在中继器之间的主干上使用光纤连接；FL 表示用光纤提供

集线器和工作站之间的连接；FP 指用光纤连接的星形拓扑结构。 （撰写：汪思荣 审订：智少游）

guangxian lianjieqi

**光纤连接器** optical fiber connector 连接两个光纤元件以形成光通路的器件。其主要性能指标是连接器的插入损耗，对于活动连接器还有插拔次数和重复性等指标，另外还要求能承受振动、冲击及适应湿度和温度变化大等恶劣的使用环境。其关键技术是如何使被连接的光纤之间达到精确地对准以减少插入损耗。对准的方法有：(1) 直接对接法，采用精密机械方法把两根光纤直接对准；(2) 透镜扩束法，在被连接的两根光纤之间放入一对透镜（棒透镜或球透镜），通过透镜的扩束和会聚作用，使光能有效地从一根光纤传入另一根光纤。光纤连接器按连接方式分为固定光纤连接器和活动光纤连接器；按连接光纤的类型分为多模光纤连接器和单模光纤连接器。光纤连接器广泛用于光纤之间的连接、光源或光检波器与传输光纤的耦合，以及各种无源光纤耦合器的引出端。常用的光纤连接器如图所示。



光纤连接器

（撰写：张煦等 修订：吴永生 审订：梅遂生）

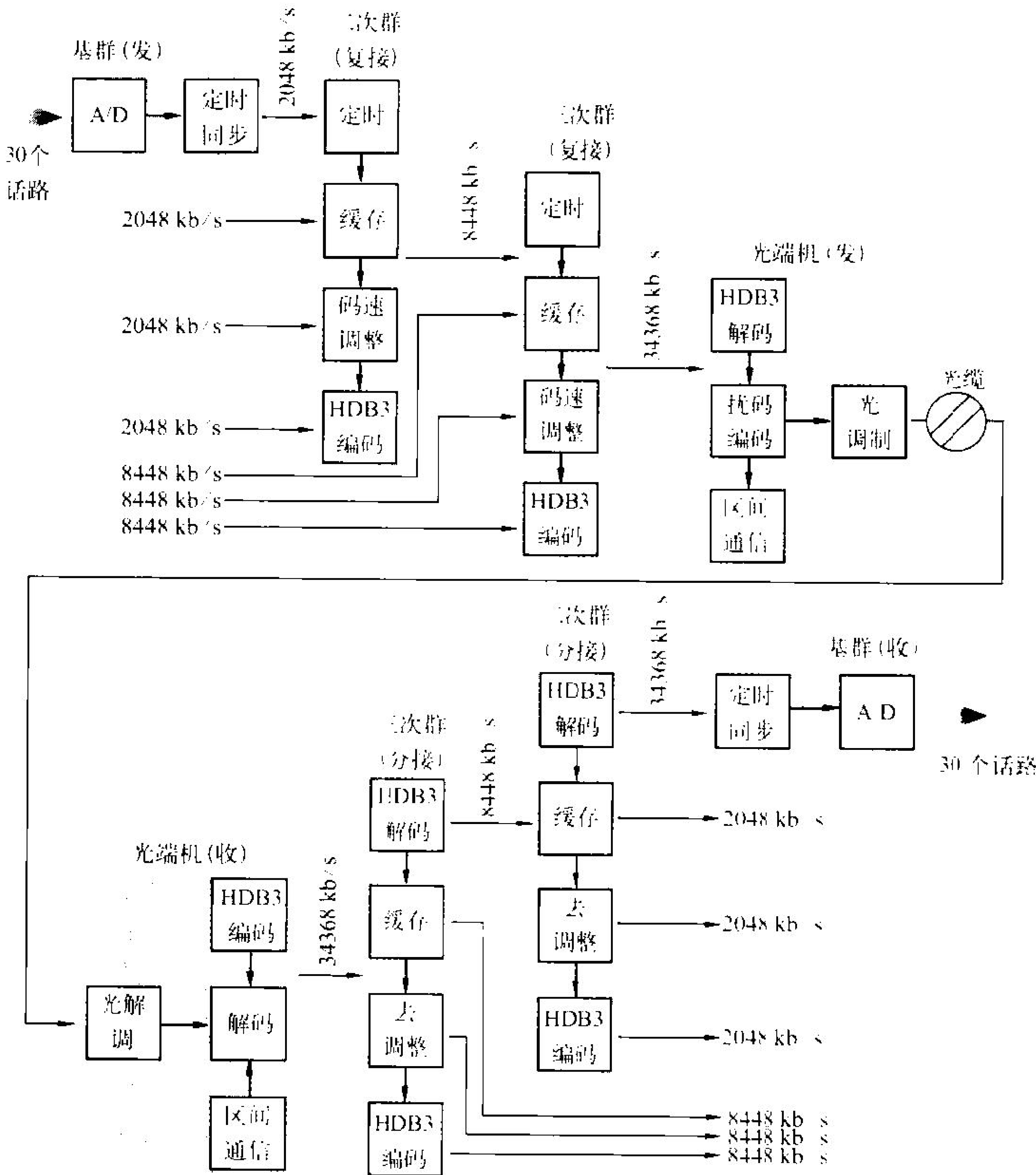
guangxian tongxin

**光纤通信** optical fiber communication 以光波为载波，光纤为传输介质的通信方式。光波的频率极高，光纤的传输带宽极宽，巨大的带宽资源使光纤通信技术自20世纪70年代问世以来发展极为迅速。20余年间，采用简便的光强度直接调制/光直接检测（IM/DD）的光纤通信系统已历经了由多模光纤到单模光纤，由 0.85 μm 的短波长到 1.31 μm、1.55 μm 的长波长的几个发展阶段。这类由光收/发端机、光缆、光中继器和相关电信设备组成的光纤通信系统，现已在通信工程中获得广泛的应用。与此同时，为充分利用光波的宽频带特性，人们已着手研究的还有采用外差检测的相干光通信，以光孤子为信息载体的光孤子通信和以光量子为信息载体的光量子通信，这些都已取得不同程度的技术进步，甚至是突破性进展，都极有可能成为未来超高速度、超大容量、超长距离的通信方式。当前，研究的热点集中在密集波分复用技术的应用、宽带光纤放大器技术、光组网技术、光交叉连接（OXC），以及光集成、光电混合集成技术的研究，以期实现全光网络传输，极大地提高传输带宽容量，并彻底解决信号交换的“瓶颈”问题，同时有效地降低带宽成本，使其应用更为广泛。

（撰写：吴家兴 审订：曹德述）

guangxian tongxin zhuanyong dianlu

**光纤通信专用电路** ASIC for optical fiber communications 专供光纤通信设备使用的集成电路。光纤通信系统由电端机、光端机及光缆组成，如图所示。开发光端机及电端机专用集成电路是发展光纤通信的关键。光纤通信专用集成电路包括 PCM 基群设备所用的编解码器（CODEC）、用户接口电路、定时与同步电路；各次群复用设备中的多路复接与分接电路（MUX / DEMUX）、定时电路与码型变换电路及光端机中的扰码与线路码变换电路等。其中基群设备使用的低速电路可使用 Si CMOS 工艺制作，但高速电路则多采用 Bi CMOS 或射极耦合逻辑电路（ECL）工艺。在材料选择上，数据率达




三次群光纤通信系统

2.5 Gb/s 时应选择 GaAs IC，40 Gb/s 以上时采用 InP IC。

（撰写：李涵秋 审订：林金庭）

guangxian tuoluo

**光纤陀螺** optical fiber gyro 一种用光纤感测转动角速度的陀螺。光纤陀螺和环形激光陀螺都属于光学陀螺，它们的工作原理基于 Sagnac 效应，也就是说，光学陀螺利用同一波长的光束在闭合路径中沿顺、逆两个方向行进的光程差，测出相对于惯性空间的转速。环形激光陀螺的实现与激光技术的出现分不开，由于激光增益引入环形腔，使得 5～50 cm 长的光路就有足够的灵敏度测出转动角速度。激光陀螺在转动角速度较小时有锁定现象。光纤陀螺是通过增加光路长度来提高测量灵敏度的。光纤陀螺没有机械活动部件，它对机电型陀螺的许多误差源不敏感，如重力加速度 $g$ 和 $g^2$ 效应、交叉耦合误差等；它比机电型陀螺更能承受环境的振动和冲击，且角速度测量范围大，可以从 0.01°/h 以下到 400°/s 以上；它与激光陀螺相比，结构更简单，可靠性更高，造价更低，且易于微型化和固态化，能直接给出数字输出。因此是一种很有发展前景的陀螺，且适合于构成捷联

式惯导系统。导航级光纤陀螺目前正在逐步进入市场。

（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

guangxian yanchixian

**光纤延迟线** optic fiber delay line　利用光在光纤中传输的延时特性构成的装置。它由激光二极管(LD)、光纤和光电探测器组成。其工作原理是将输入射频信号通过对LD调制转变成光信号，LD输出的激光束被耦合进入光纤延迟线，光电探测器再将光信号变换成延迟射频信号。这一过程就起到了延迟线的作用。通过改变光纤长度能够调节延迟时间。由于光纤传输信号频带宽、延迟时间长而且可调，因此，光纤延迟线的应用范围很广。在相控阵雷达天线系统中，用光纤延迟线作为波束形成器，代替普通的同轴电缆、波导网络与复加权器，可减轻系统重量、缩小尺寸、降低成本、提高工作稳定性和克服射频带宽较窄的缺点。光纤延迟线还可用于欺骗式干扰机，特别适合航空电子应用。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

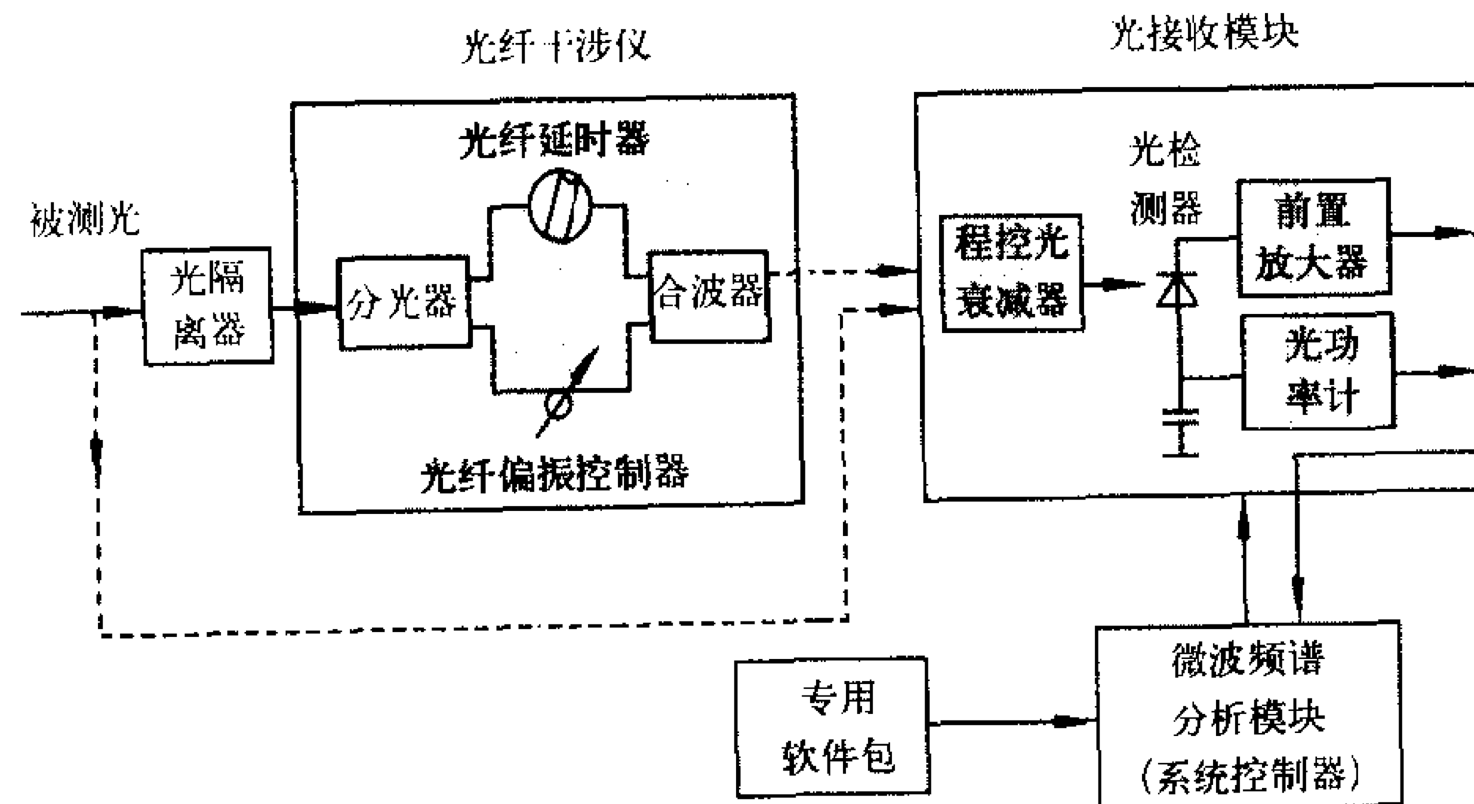
guangxianggan tance

**光相干探测** optical coherent detection　又称光外差探测。相干的光载波和本机振荡光波，在接收机内满足波前匹配条件下，照射到光探测器的光敏面上进行混频或相干。由于光探测器的输出电流比例于载波与本机振荡光波之和的平方，因而，这种固有的平方律特性就产生了一个在中频范围内含有信号信息的差频电流。该电流和原信号波的振幅、相位和频率有关，所以常用这种相干探测来解调振幅、相位和频率调制的光波。相干探测与非相干探测相比，最大的优点是，在本机振荡功率适当时，全部消除了电流噪声和背景辐射噪声，从而大大提高了探测灵敏度。但是，相干探测必须满足下列条件：(1) 本机振荡激光器要单模稳频工作；(2) 信号光和本振光要满足波前匹配和同向偏振并在高度准直下垂直入射到探测器的光敏面上。因此外差接收机虽有接收灵敏度高的优点，但其结构复杂，使用要求苛刻，在实际应用中除特殊要求外很少使用。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

guangxinhao fenxiyi

**光信号分析仪** optical signal analyzer　分析光信号特性的仪器。光信号分析仪由高性能微波频谱分析模块、光纤干涉仪、光隔离器以及相关专用软件等组成。光纤干涉仪接收被测光、进行调制干涉处理，产生干涉光，经过宽带光电接收器混频后产生功率频谱曲线，即将光的频率调制信息转换为光的强度调制信息、经过配有专用软件包的微波频谱分析器进行光信号特性分析。光信号分析仪可用于准确测试窄线宽激光器、激光发射机、发光器件和光探测器的特性，尤其是测量长外腔(LEC)激光器、分布反馈(DFB)激光器、分布布拉格反射(DBR)激光器等激光器的相对强度噪声(RIN)、线宽和单模光纤的调制特性。光信号分析仪组成如图所示。




光信号分析仪原理图

（撰写：李为民　审订：陈光禒）

guangxue celiang xitong

**光学测量系统** optical measurement system　指利用光学原理对被测目标进行测量的专用技术设施。是导弹、火箭、火炮试验靶场和卫星等空间飞行器发射场的必备设施。用于测量飞行体的飞行轨迹和姿态，记录发射和飞行过程中发生的现象和事件，保证靶场安全，以及标校无线电跟踪及测量系统。光学测量设备通常工作于可见光、红外光和近红外光光谱范围。根据所测目标的数据和资料不同，可将其分为三大类，即文献记录类，记录有关状态、进程及重要事件的历史情况，用于观察、解释和训练；度量分析类，测量时间、空间相互关系，用于计算飞行轨迹、速度、加速度、弹着点和脱靶量等的定量分析和实时控制数据；工程分析类，连续记录以时间和空间坐标为基准的技术数据或动态现象，经过分析和鉴定从中得出定性的结果。光学测量系统主要由摄影机、弹道摄影机、电影经纬仪、跟踪望远镜、激光经纬仪和激光雷达等组成。其主要优点是测量精度高并能够高分辨率成像，可以低仰角工作，不足之处是在低能见度条件下不能正常工作。

（撰写：倪树新　审订：卢克成）

guangxue tianxian

**光学天线** light antenna　控制或导引光束的光学系统。图1所示分别给出折射式和反射式开普勒望远镜，图2所示为相应的伽利略望远镜，也有兼有反射和折射镜的折反射物镜系统，例如施密特系统、包沃斯—马克苏托夫（Bouwers-Maksutov）系统等。

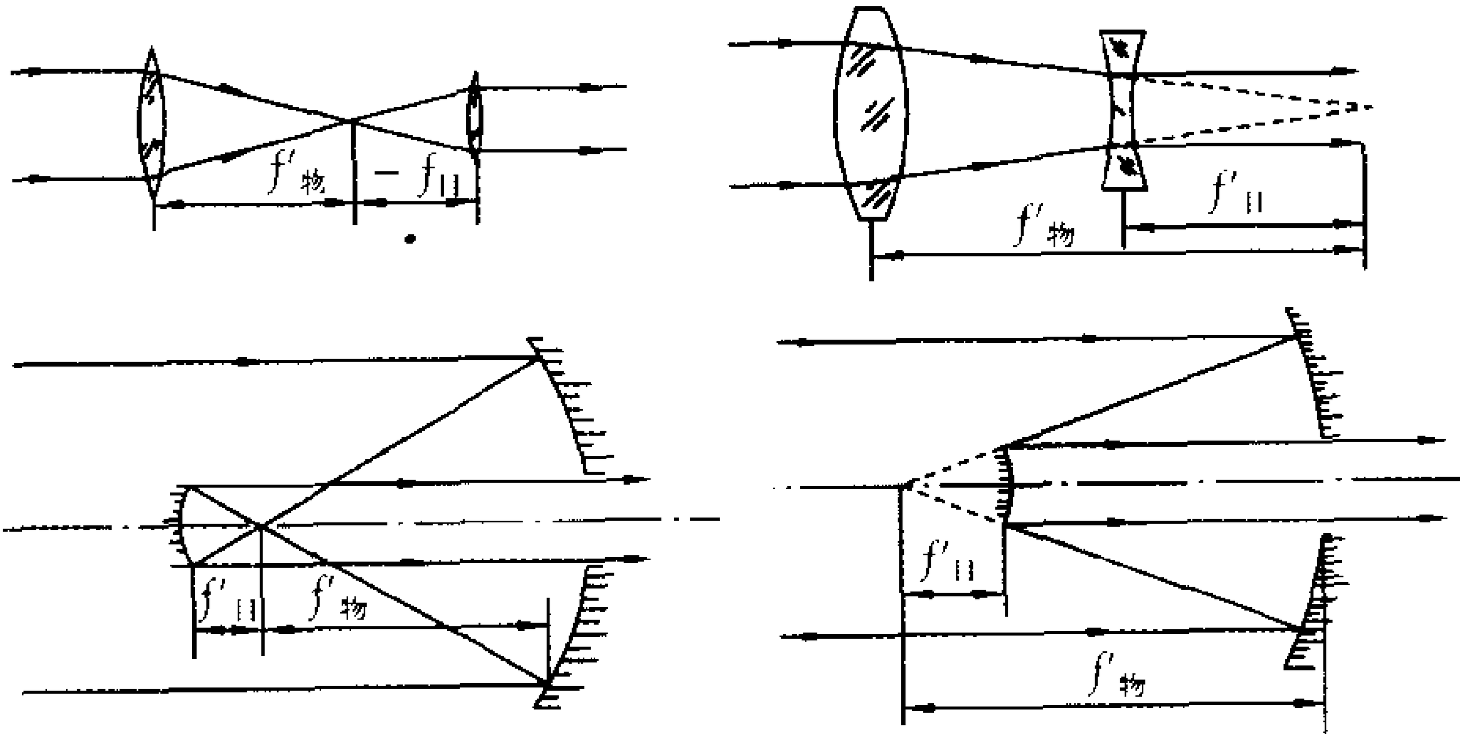


图1 开普勒望远镜　　图2 伽利略望远镜

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

guangxue waidandao celiang xitong

**光学外弹道测量系统** optical exterior ballistic instrumentation system　指对飞行器进行跟踪测量的专用光学技术设施。测量导弹、火箭、炮弹和空间飞行器飞行轨道参数，用以鉴定制导系统的精度，保证靶场的安全和标校测量雷达的精度，适用于导弹和运载火箭发射初始段和再入段测量。组成光学外弹道测量系统的主要设备有弹道摄影机、光学经纬仪、激光经纬仪和激光雷达等。其中激光经纬仪可实现单站实时高精度定位和自动角跟踪；激光雷达除单站实时高精度定位和自动角跟踪外，还可提供精确的速度数据。激光测距仪与光学经纬仪相结合，激光测距仪与跟踪测量雷达相结

合，激光测距仪与红外跟踪仪及电视跟踪仪相结合是光学外弹道测量系统的重要发展趋势。

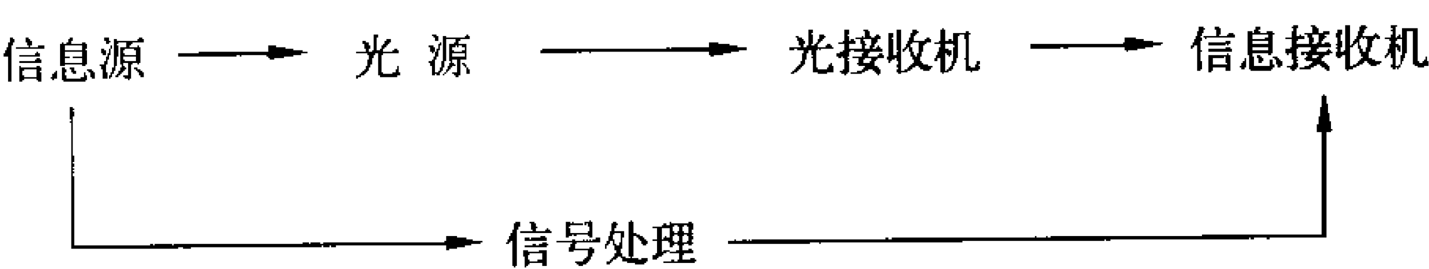
（撰写：倪树新　审订：卢克成）

guangxue yaogan jishu

**光学遥感技术**　optical remote sensing technique　在紫外至红外光波段范围内远距离获取目标和环境信息的技术。任何物体都能辐射、反射和吸收电磁波，并具有不同的辐射、反射和吸收特性。利用不同的光学遥感器，如航空相机、多光谱照相机、电视摄像机、红外辐射计、红外行扫描仪、热像仪等从空中或远距离探测目标和环境的光波段电磁波信息，经光学、电子技术处理后，为军事应用、科学研究和经济建设服务。为了更有效地提取目标特征并进行识别，把光谱分得更窄并集多个光谱段于一个光学遥感系统中，这样的系统称为多光谱遥感系统。采用光学遥感技术可以探测和识别各种军事目标，在侦察、预警、测绘、气象、探测陆地与海洋资源等方面有广泛的应用。（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

guangyuanqijian fenxiyi

**光元器件分析仪**　optical component analyzer　用来测量待测器件的调制传递函数，并给出相位和幅度特性的仪器。主要由一体化矢量网络分析仪、光波源、光波接收机和光耦合器组成。光波源产生的光信号经过已知幅度和相位的射频正弦波信号调制后，产生一个强度被调制的光信号，由光媒介质传输经过被测器件后，传输到光波接收机进行解调，其解调信号电平与调制的光包络成正比。系统中传输的信号是待测器件恢复的调制信号，信号处理单元将该调制信号与射频源提供的原始射频信号进行相位与幅度比较，并进行归一化处理，便可得出被测器件对调制信号的响应。光元器件分析仪可用于激光器(LD)、发光二极管(LED)、光波源传输和反射特性的测量以及光电二极管、光接收机的传输和反射特性的测量，还可用于光纤长度和传输延时、光纤调制相位稳定度、光纤反射分布曲线的测量等。光元器件分析仪的工作原理如图所示。

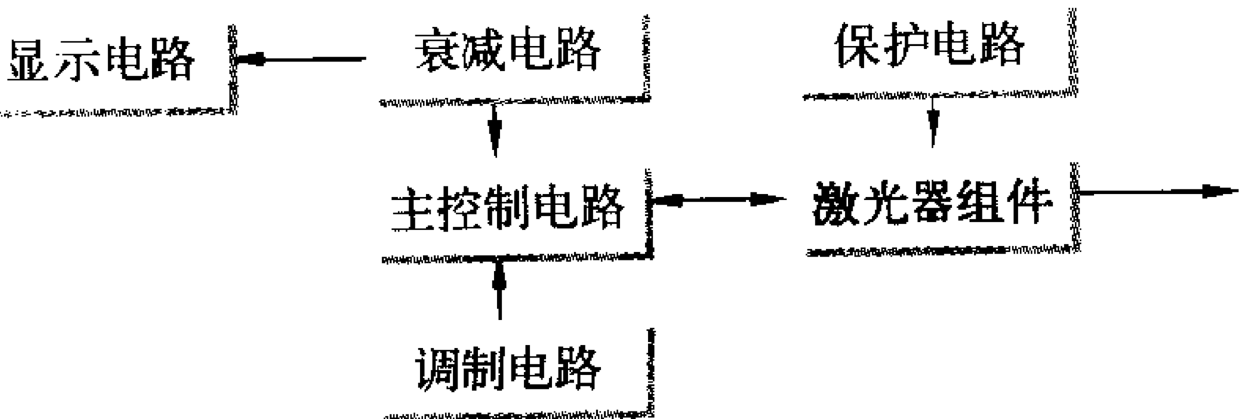



光元器件分析仪工作原理图

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

guangyuan

**光源**　optical source　光电子测试最基本的仪器。在各种高稳定光源中，采用半导体激光器(LD)作为发光源，具有体积小、重量轻、输出功率大、可以直接调制、便于与光纤耦合等特点，主要用于光纤通信、光计算机、精密测距以及光信息处理系统中。作为光源广泛使用的还有发光二极管(LED)光源和分布反馈(DFB)光源。LED光源的主要特点是可靠性高、对温度不敏感、使用方便、成本低，但其输出功率小、调制速度低，主要用于中低速短距离光纤通信系统。DFB光源把具有很强的波长选择性的光栅做在半导体激光器的有源区，形成分布反馈结构，从而改善其频谱，保证单纵模工作，主要用于超高速光纤干线通信、相干光通信和光密集波分复用系统。稳定光源原理图如图所示。




稳定光源原理图

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

guangyuanguan

**光源管**　light source tube　又称电光管、电光源或放电灯。电流通过气体或蒸气使其激发、电离放电而发光，或再激发发光体使其发光的气体放电器件。发光体有固体、液体和气体。大多用电真空玻璃作外壳，也有用石英玻璃与金属结构作外壳。可按放电类型、发光体和光谱类型等分类。固体发光体的光源管有场致发光灯和半导体灯等。热辐射光源管有真空白炽灯、充气白炽灯、卤钨灯和金卤灯等。气体放电光源管有辉光放电的氖灯、霓虹灯等。弧光放电的有荧光灯、高压钠灯、高压汞灯、氙灯等。高频流光放电的有静电耦合激发、磁场感应激发和微波放电灯等。有的采用热阴极，有的采用冷阴极。它向高效节能方向发展很快，新型光源管不断问世。现在微波硫灯的发光效率已达到164 lm/W以上。光源管主要用于照明，在军事上应用很多，现在已向娱乐等方向发展。（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

guangzhongji

**光中继**　optical repeater　将来自光线路上的微弱光信号保真地恢复成较强的光信号，再输入光线路，起光信号接力作用的设备。多应用于长距离全光通信系统中。与传统的数字光中继不同，光中继在光信号恢复过程中没有光电变化的处理。具有光放大、光整形和光定时的中继称为3R中继，具有光放大和光整形的中继称为2R中继，只有光放大的中继称为1R中继。1R光中继器对光信号是完全透明的，2R光中继器只对数字信号透明，但它们都没有控制光信号瞬态特征的能力。3R光中继器提供了完全的信号再生功能，是光处理中的前沿技术。目前，1R中继已得到广泛应用，2R中继亦相对成熟，3R中继正处在技术开发阶段。

（撰写：罗青松　审订：肖学智）

guangzi tanceqi

**光子探测器**　photon detector　又称量子探测器，是利用光子与半导体材料中电子的相互作用产生的光电转换效应，将接收到的光量转换成相应电量(如电流、电动势等)的探测器。光子探测器是光探测器的两大分支之一，它与另一分支热探测器相比，具有探测灵敏度高、响应速度快等优点，所能探测的光辐射谱包括紫外、可见光、红外和毫米波，其波长从25 nm延伸到1 mm，具体探测波长范围因所用光敏材料和器件结构而异。光子探测器按光电转换机理不同，分为内光电效应探测器和外光电效应探测器(又称光电发射探测器)两类。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

guangboshi zidong xiangguan jianshi

**广播式自动相关监视**　automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B)　自动相关监视(ADS)是在CNS/ATM系统中由设在地面上的空中交通管制中心完成对空监视的重

G

要手段。它的原理是让所有民航飞机自动和定期地向空中交通管制中心报告其由全球导航卫星系统(GNSS)导出的位置数据。为了防止飞机在空中相撞和飞机在机场上与车辆相撞，还发展了机载避撞系统(ACAS)或交通避撞系统(TCAS)和机场场面监视系统。这些系统都是基于一次或二次雷达的原理。如果扩大ADS的概念，让这些活动着的飞机或车辆都把由自己的GNSS接收机测出的实时位置广播出来，则本机收到其他飞机或车辆的位置报告后，便具有了对周围情况的监视能力，这就把地空、空空和地地监视结合成了一体，这就是ADS-B的含义。ADS-B现在已被国际民航组织认可，作为CNS / ATM系统的组成部分。其中比较有名的是由瑞典民航局提出的VDL4，VDL4使用了自组织时分多址(STDMA)的组网方式。 (撰写：邱致和 审订：丁 群)



guangyu chafen GPS

**广域差分GPS** wide area differential GPS (WADGPS) 差分GPS的一种，用于使大范围(数千千米)内的GPS用户提高导航定位精度。WADGPS提供给用户的是由三维星历误差、每颗卫星的时钟偏移和电离层时延组成的误差校正矢量。这种提供误差矢量的校正技术，克服了提供伪距校正量的差分GPS系统中用户与基准站距离增加使定位精度会降低的问题。WADGPS网至少包括一个主控站、若干个分布在服务区内的监测站和通信链路。每个监测站配有高质量的原子钟以及能够接收视野内所有卫星信号的高质量的GPS接收机。在每一个监测站进行GPS测量，并将测量结果传送到主控站。主控站根据各监测站的已知位置和它们采集到的参数计算出GPS误差矢量，然后，通过适当的通信链路将计算出的误差校正矢量传送给用户。其处理过程主要是：(1)在位置已知的监测站采集其视野中所有GPS卫星的伪距；(2)将测得的伪距和双频电离层延迟传送到主控站；(3)主控站计算误差修正矢量；(4)用恰当的通信链路将误差修正矢量发送给用户；(5)用户利用误差修正矢量值，校正其所测量的伪距和采集的星历数据，以改善导航精度。 (撰写：丁 群 审订：邱致和)

guangyuwang

**广域网** wide area network (WAN) 覆盖范围广、传输速率相对较低、以数据通信为主要目的的大型计算机通信网络。它可以跨越地区、国家、洲，甚至遍及全世界。由于分布距离太远，WAN的物理网络本身往往无法构成有规则的拓扑结构，同时由于速度慢、延迟大，入网站点无法参与网络管理，所以它包含一组复杂的分组交换设备IMP，通过通信线路的连接，构成网状结构，入网站点只管收发数据，而由分组交换设备完成寻址等重要管理工作。广域网通常仅支持两节点之间数据的发送和接受，多个节点可以连接成局域网，众多的局域网通过光纤、专用电话线或卫星线路互联，形成一个远程计算机网络。在广域网上，路由器提供从一个点到另一个点的连接。需要利用广域网的其他任何设备，必须通过路由器进行通信。广域网通过数据包的形式传递数据。数据包中不仅包括数据而且还有保证数据到达目的地的信息。不同的广域网中使用的数据包不同。在广域网上提供的服务有：电子邮件、信息检索、FTP文件传输、新闻组阅览、多媒体应用、视频点播以及电视会议等。X.25公用数据网、综合业务数字网(ISDN)、交换多兆位数据服务(SMDS)和通常意义上的因特网等都是广域网。

(撰写：吴荣泉 黎俊文 审订：瞿兆荣)

guangyu zengqiang xitong

**广域增强系统** wide area augmentation system (WAAS) 美国联邦航空局(FAA)发展的、旨在提供覆盖整个美国的GPS的星基增强系统(见图)。FAA把WAAS看作是实现航空无缝卫星导航系统战略目标的关键组成部分，它将提高覆盖区域内GPS的导航精度(通过广域差分技术)、完好性(提供及时的报警能力)和可用性(通过附加测距信号)。WAAS的目标是要使GPS能够成为飞机从起飞至I类精密进近的所有航行阶段的主用导航系统。WAAS的工作过程为：由广泛分布于美国及其周边区域内的广域基准站(WRS)收集GPS及静地轨道(GEO)卫星发来的数据。广域主控站(WMS)汇集来自各WRS的数据并进行处理，以确定每颗被监测卫星的完好性、差分校正矢量值、残差和电离层信息，并产生静地轨道(GEO)卫星的导航参数。随后这些信息传到上行注入站(GUS)，随同GEO卫星导航信息一起上行传给GEO卫星。GEO卫星上的转发器在L1频率上以与GPS卫星相同的调制方式下行传送这些数据。同时GEO卫星还发射GPS C/A码测距信号，以增加用户可用的GPS测距卫星源，从而同时提高GPS的导航精度、可用性及完好性。WAAS将使覆盖区域内的GPS水平精度提高至7.6 m (2 drms)。



美国广域增强系统(WAAS)

★ 广域主控站和广域基准站
● 广域基准站
地面上行注入站

(撰写：丁 群 审订：邱致和)

guiyue yu guiyue fenxiyi

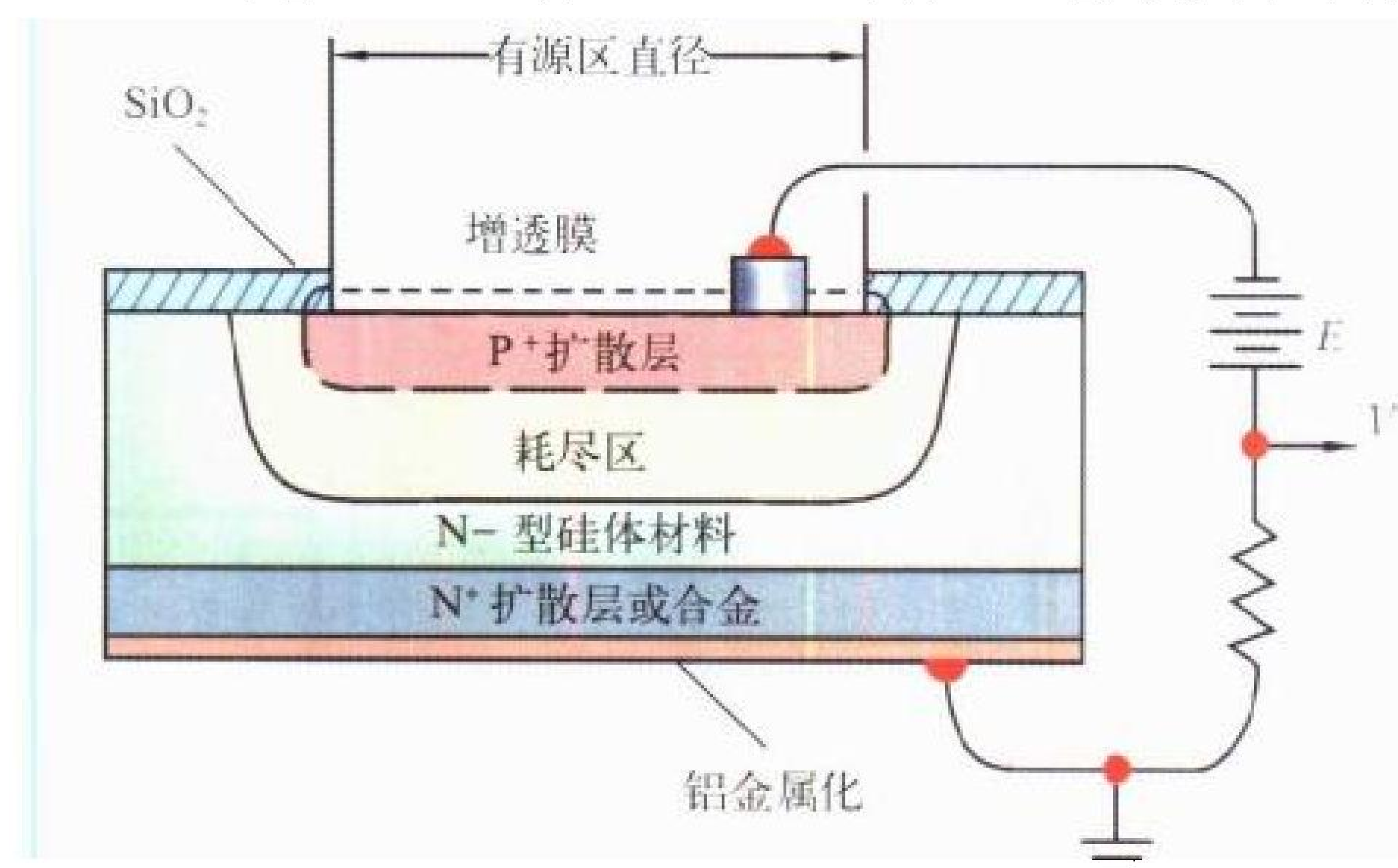
**规约与规约分析仪** protocol and protocol analyzer 规约又称协议。规约是对网络通信的规则所进行的一种约定。规约分析仪是一种监测通信过程并判断其是否符合规约的仪器，主要用于计算机网络测试。不同规约的网络测试需要使用不同的规约分析。常用的通信网络规约有广域网(WAN)规约、综合业务数字网(ISDN)规约、信令规约、局域网(LAN)规约。规约可以分解为若干层次，包括物理层、数据链层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。当用户数据被格式化并送往应用层，以及随后不断进入规约的更深层的过程中，与传输过程密切相关的信息附加在用户数据前后，对于网络规约的每一层进行包装，形成抬头或结尾。规约分析仪是能够观测各种抬头和结尾信息的有效工具。进行高速数据分析时选择规约分析仪，应确保其数据采集和处理

的速率可以满足数据的正确观测、不会出现数据的溢出。

（撰写：徐红兵　审订：陈光褆）

guitanceqi

**硅探测器**　Si detector　采用硅作光敏材料的可见光探测器。有光伏、光电导和光电电容器三种类型。光伏硅探测器有P-N结、P-I-N结、$P^+NP$结、紫外和蓝光增强型及雪崩光电二极管等五种，其截止波长接近1.1 μm，还可用于探测X射线和γ射线。紫外增强型光电二极管的起始波长约为200 nm。光电导探测器采用非晶态硅制作，截止波长在650 nm附近。光电电容器即MOS电容器，它具有单位面积




扩散结硅平面光电二极管结构图

的存储容量高和暗电流小等优点。P-N结、$P^+NP$结光电二极管和MOS电容器可用来制成大型CCD。硅还可用来制作宽谱响应的液氦制冷的测辐射热计。扩散结硅平面光电二极管结构如图所示。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

guofang dianzi gongye

**国防电子工业**　defence electronic industry　又称军事电子工业。研究开发和研制生产军事电子信息系统、装备及各种电子元器件、电子仪器和电子材料的产业体系。新中国成立后，1950年10月成立电信工业局；1963年，成立第四机械工业部，统管我国的电子工业；1982年，第四机械工业部改称电子工业部；1998年3月，电子工业部与邮电部合并成立信息产业部，统管我国军民电子工业的发展。经过50年的发展，我国国防电子工业从早期仅能修理装配简单的军用电台和军用雷达，发展到能为重点军事工程配套和承担独立的军事电子系统工程任务，形成了雷达、通信、导航、广播电视、电子计算机、电子元器件、电子测量仪器与电子专用设备等各大产品门类，成为具有相当规模、军民结合、专业门类比较齐全的新型产业部门。基本满足了战略武器、航天工程、飞机、舰船、兵器和各种电子信息系统的需要。

（撰写：邱荣钦　冯世章　审订：童志鹏）

guofang dianzi kexue jishu

**国防电子科学技术**　defence electronic science and technology　又称军事电子科学技术。研究电子学在军事领域应用的一门科学技术。国防电子科学技术是电子科学技术的重要组成部分，它是以实现军事信息采集、变换、传输、处理、存储与再现等信息作业的技术为核心、以多功能综合性的电子信息系统和直接用于作战的“软、硬杀伤”武器系统为目的的应用研究。国防电子科学技术有如下明显特点：⑴应用的目的性强；⑵应用的范围广；⑶技术密集、发展迅速；⑷通用性强；⑸交叉学科多。国防电子科学技术的研究对象按其性质可分为三类：⑴军事电子信息系统；⑵军事电子技术的基础理论与基础技术；⑶军用电子材料、元件、器件的制造与工艺。信息化是武器装备现代化的核心之一，先进的电子信息技术能使武器装备产生质的飞跃，并对军事理论、作战原则和战略战术等产生深刻的影响。

（撰写：邱荣钦　审订：童志鹏）

guofang dianzi zhuangbei

**国防电子装备**　defence electronic equipment　以国防应用为目的的电子装备和系统的总称。它包括可独立运行的独立电子系统（自动化作战指挥系统、电子战系统，以及通信、雷达、导航系统等）、与运载平台集成的平台电子系统（星载、机载、舰载、车载电子系统）和与武器集成的武器电子系统，如精确制导武器的制导系统、火炮/高炮的火控系统、弹载末制导系统、引信系统等。几乎所有电子系统都工作在信息领域，包括信息传感与获取（搜索、探测、识别、定位、评估）、信息传递（传输、交换、分配）、信息处理（计算、分析、仿真、模拟、存储、显示）、指挥控制（指挥部队和控制武器平台）、信息对抗（破坏敌方信息系统）等领域。

（撰写：崔德勋　审订：黄史坚）

guofang jiaohuanwang

**国防交换网**　defence switching network (DSN)　美军在全球范围的终端之间，为长途、普通用户提供专用电话、数据和音频服务的交换网络。它和自动密话网(AUTOSEVOCOM)、国防数据网(DDN)，共同构成第二代国防通信系统(DCS-Ⅱ)。DSN是以全数字交换体制取代模拟体制的自动电话网。目前，正根据“武士”系统的发展需求，向国防信息系统网(DISN)发展。（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

guofang shujuwang

**国防数据网**　defence data network (DDN)　美军为满足国防数据通信要求而设立的全球数据分组交换网络。它由四个不同密级的独立数据网络组成：⑴DDN分组交换，它由一系列分组交换节点(BBNC-30小型计算机)互联组成；⑵全球军事指挥控制系统（WWMCCS）的信息网（WIN）；⑶ARPANET分组网；⑷正在建设的移动通信网初型(MINIT)。DDN是美军第二代国防通信系统(DCS-Ⅱ)的组成部分，目前正向国防信息系统网络(DISN)发展。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

guofang tongxin xitong

**国防通信系统**　defence communication system　原指美国国防部通信系统的组成部分，即支援国防部骨干长途通信的系统。在我军则泛指战略通信网络，是保障实施战略指挥而建立的通信网络。它以统帅部指挥所通信枢纽为中心，以固定通信设施为主体，运用大、中功率无线电台，地下(海底)电缆，地下(海底)光缆，卫星、架空明线、微波接力和散射等传输信道，联通全军军以上指挥所通信枢纽，构成全军干线通信网。战略通信网的基本任务平时是保障国家防务、应付敌人突然袭击或突发事件、抢险救灾等；战时则是统帅部指导战争全局和直接指挥重大战役(战斗)的通信联络，保障战略警报信号及情报信息的传递，实施战略核反击以及战略后方的通信联络。（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

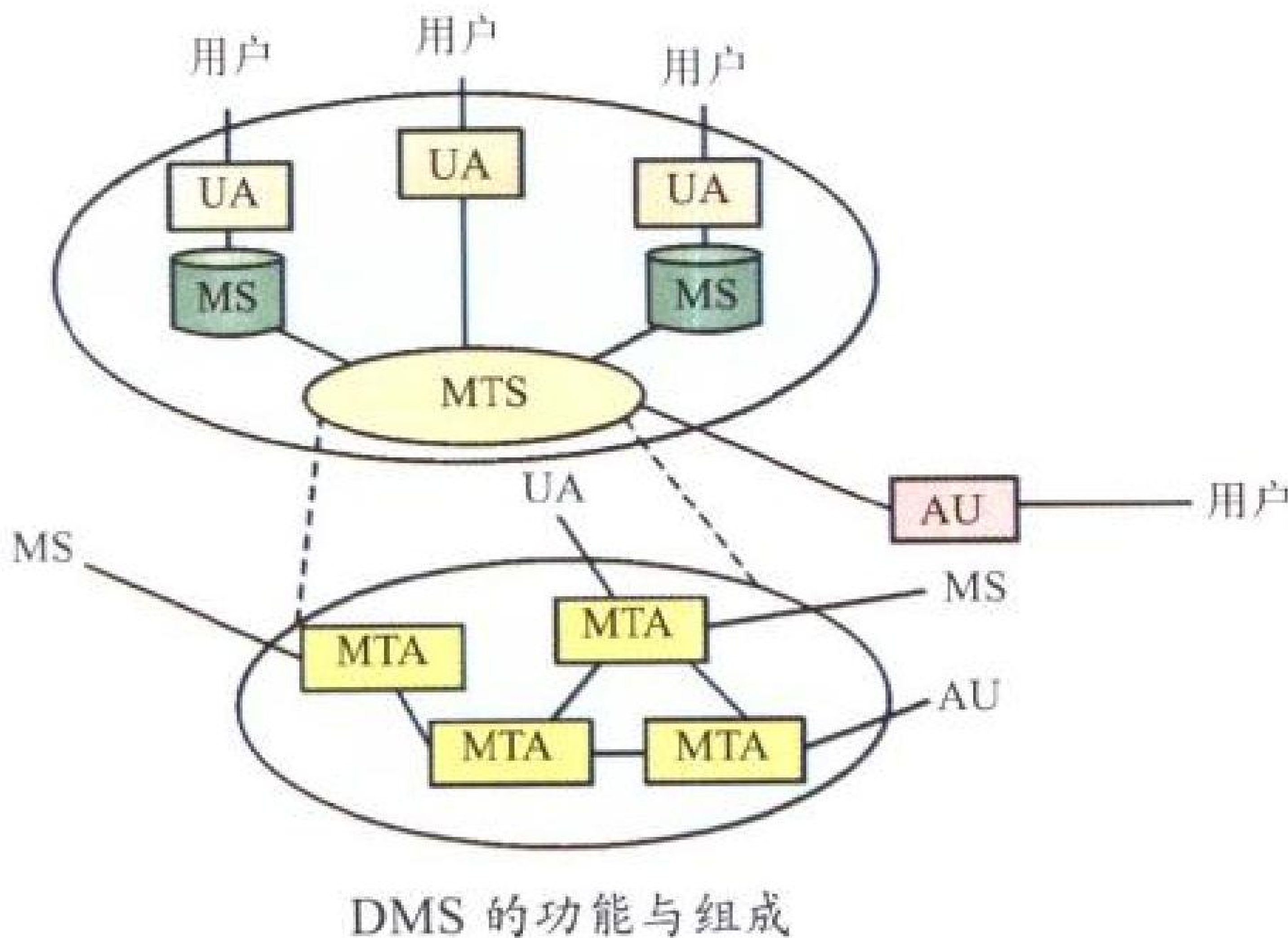
guofang weixing tongxin

**国防卫星通信** defence satellite communication system (DSCS) 国防部门为进行远程大容量干线通信而建设的卫星通信网。它采用 SHF (8 / 7 GHz 频段)，完成话音及高速数据传输，旨在为国防及外交方面的宽带用户服务，以解决全球战略通信及关键战术单位的通信需求，如世界范围的指挥、控制，危机时刻的管理，情报传送和后勤通信。DSCS 有三代卫星系统，第一代 1967 年起用，1971 年发射第二代 DSCS Ⅱ，而第三代 DSCS Ⅲ 是 1982 年开始部署在地球同步轨道上的，将工作到 2010 年。它是用于长途战略通信，具有大容量、核加固能力的新一代国防卫星通信。DSCS Ⅲ 卫星配备了复杂的天线，除宽覆盖的全球波束天线外，还有专门设计的多波束波导透镜天线，该天线系统在地面控制下，可以形成不同的系统结构，满足不同用户的需求。星上有 6 个转发器（另有 4 个备份)，带宽分 3 种：50 MHz、60 MHz、85 MHz，能与 FDMA、TDMA 多址方式兼容，可提供3900个话路容量。DSCS 系统有多种类型终端，适于不同场合，如具有 18.2 m 天线、12 m 天线的大、中型固定站，也有中型车载站，以及天线为 1.2 m 的机载站，终端采用了先进的扩频技术以及抗干扰、保密措施。

（撰写：王巨椿 审订：李振邦）

guofang wendian xitong

**国防文电系统** defence message system (DMS) 美国国防部各组织间正规的文电交换或电子邮件系统。所遵从的标准为基于 X.400 的 DMS 系列军事文电传送标准。该标准在联盟通信出版的 ACP 123 美国 No.1 补充件中作了规定。补充件中包含有“业务类文电”能力的标准轮廓及文电安全协议 (MSP)。MSP 对组织间文电传送要求进行鉴别、投递确认和加密，以保证文电传送、交付的高度安全。由于 ITU-TX. 400 系列标准 (称文电处理系统标准，也称报文处理系统标准）并非因特网的标准，所以对于基于因特网协议（IP）网上的操作则要使用 RFC 1006 标准在 OSI 运输层加以映射变换。DMS 采用存储转发机制，其功能如图所示。其主要组成部分包括：用户代理 (UA)，管理一个电子邮箱，以代表一个 DMS 用户的行为；文电存储 (MS)，提供存储归档和文电存取服务；用户访问单元 (AU)，提供 DMS 对其他通信系统的接口；文电传送代理 (MTA)，管理一个电子邮局，执行文电转送；文电传送系统 (MTS)，由多个 MTA 组成，为各 UA 提供文电传递服务。

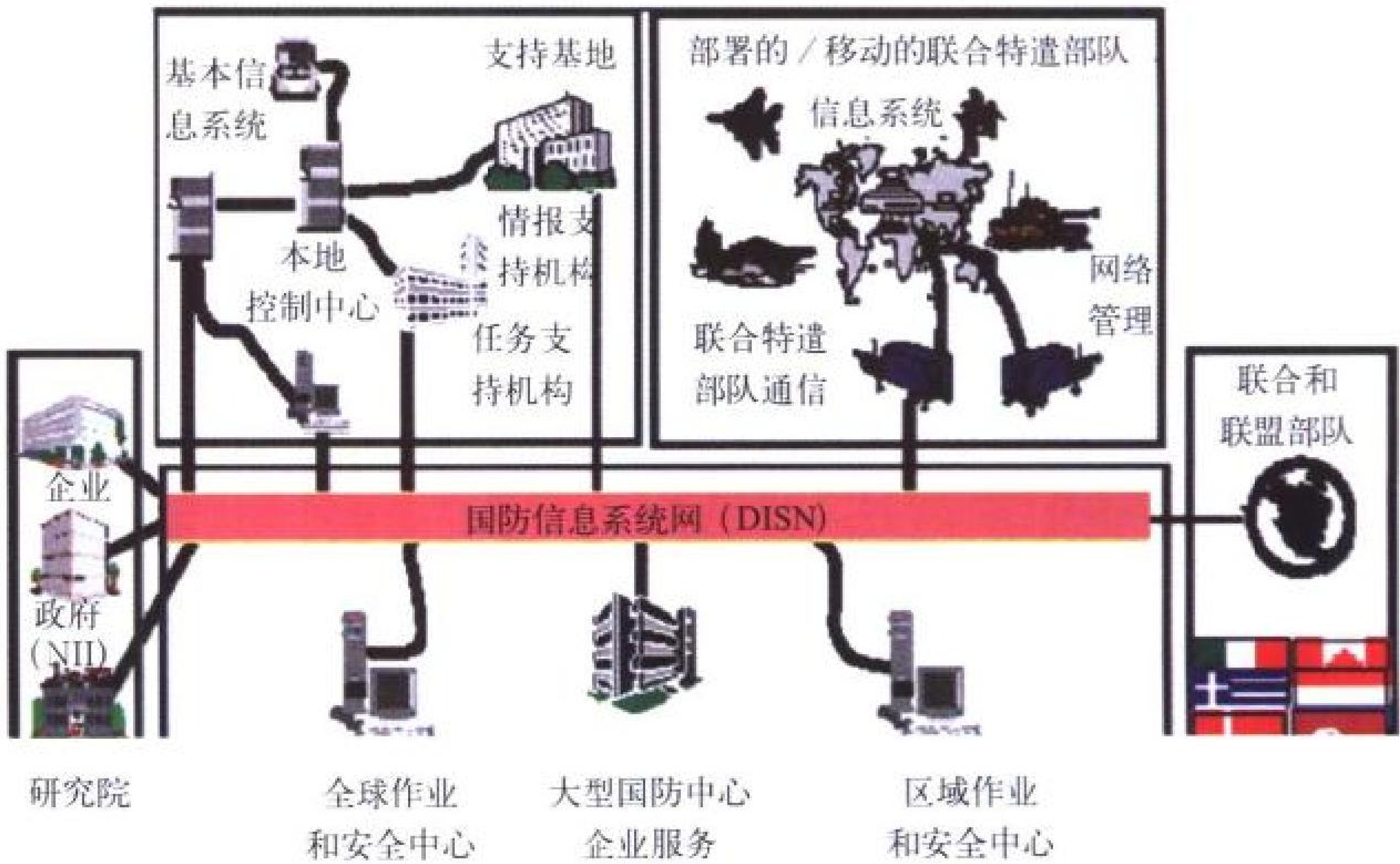



DMS 的功能与组成

（撰写：智少游 审订：汪恩荣）

guofang xinxi jichu jiegou

**国防信息基础结构** defence information infrastructure (DII) 用于满足美国国防部用户在各种军事作战范围内对信息处理和传输需求的集通信网、计算机、软件、数据库、应用程序、武器系统接口、数据、安全服务和其他服务为一体的网络 (见图)。国防信息基础结构包括：(1) 支持基地、战术、国防部范围内的信息系统以及 $C^4I$ 与武器系统的接口；(2) 用来收集、分发、存储、处理和显示话音、数据及图像的物理设施；(3) 用来建立和维护软件的应用程序以及数据工程工具、方法和程序，以便能使所有指挥与控制、情报、监视、侦察以及任务支持等用户对大量信息进行存取、操作、组织和消化；(4) 便于网络间互通、互操作的标准和协议；(5) 进行综合集成设计、DII 管理和操作、开发应用程序和服务、构建各种设施以及对他人进行 DII 能力和使用培训的人员和资源。DII 是美国国防部各信息管理项目综合集成而得到的一种能力，其包括：(1) 使国防信息交换产生根本变革；(2) 增强有效地应用计算机、通信和信息管理能力来完成国防部任务的能力；(3) 大大减少信息技术对作战人员和职能参谋的负担；(4) 使作战人员和职能参谋在对通信和计算机技术知之甚少的情况下，能够进行全球性的信息存取、共享和交换。美国国防部认为，DII 为国防部用户，特别是作战人员制定决策和完成任务，提供安全无缝的信息产品和服务。



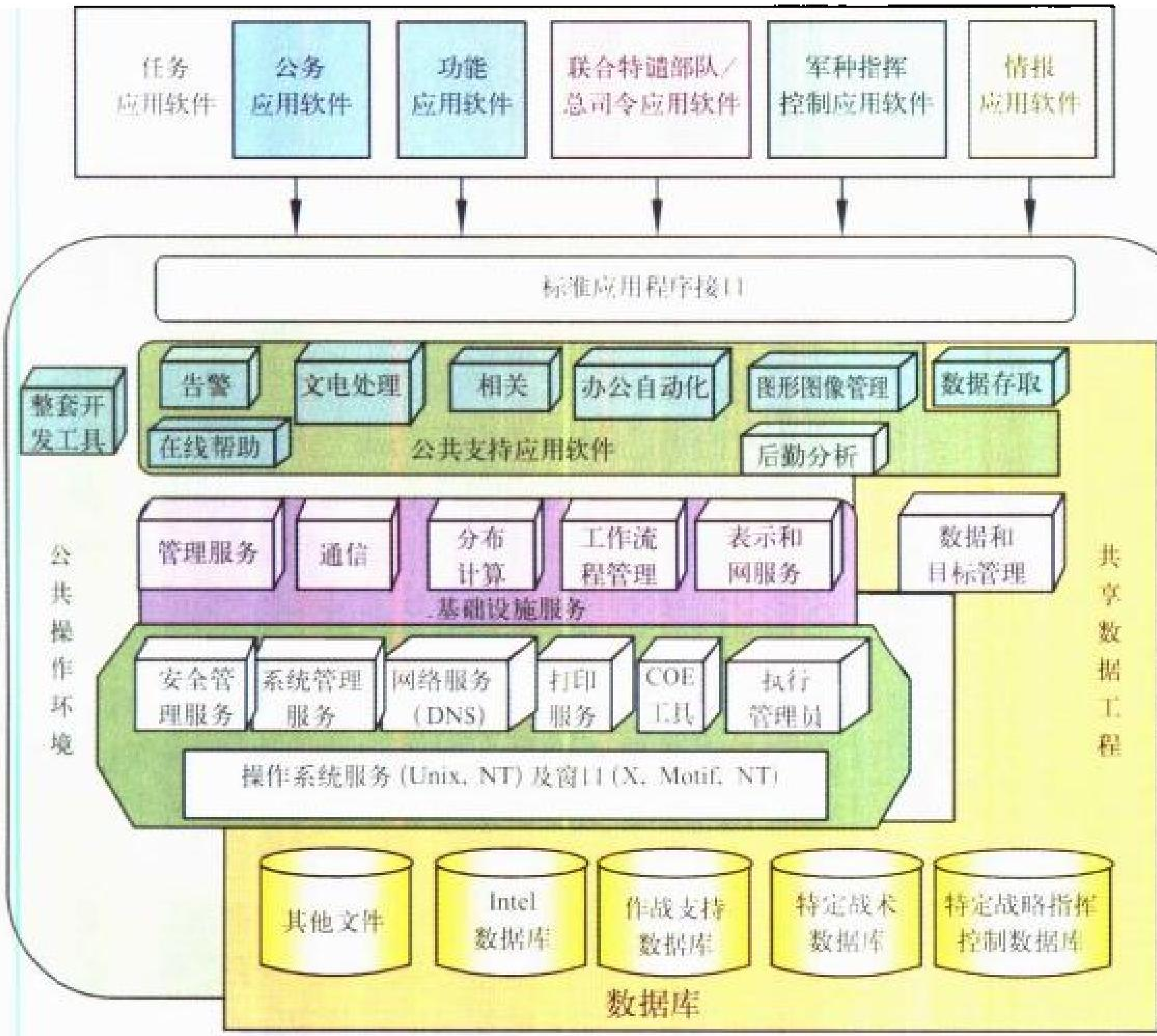

国防信息基础结构体系结构概念图

（撰写：纪卫华 审订：刘 兴）

guofang xinxi jichu jiegou gonggong caozuo huanjing

**国防信息基础结构公共操作环境** defence information infrastructure common operating environment (DII COE) 为支持跨军种任务应用软件的开发所提供的相应的软件开发环境、体系结构原则和开发方法(见图)。COE 的概念包括：(1) 构筑互操作系统的体系结构和方法；(2) 最小限度但可扩展的安全体系结构和一套安全服务；(3) 应用软件和系统间共享数据的环境；(4) 支持任务应用软件的基础设施；(5) 运行时间

执行环境的严格定义；(6) 作为系统建立基础的参考实现；(7) 可重用软件部件和数据集；(8) 为实现国防信息基础结构 (DII) 一致性的一套严格需求；(9) 用于执行 COE 原则和测试 DII 一致性的一套自动工具集；(10)软件集成的自动程序；(11)软件和数据重用的步骤和方法；(12)用于访问 COE 部件的一套应用程序接口 (API)。COE 的产生始于对指挥、控制系统的简单实现，即某些功能(如映像、跟踪管理及通信接口等)实质上是每个指挥、控制系统所需的最基本的部分，如果这些公共的功能作为一套可扩展的低级积木块被提炼和实现，并易于被系统设计者采用，便可促进互操作性并降低成本。当然，COE 的发展已不再仅限于 $C^4I$ 系统，它还应用于后勤、运输、基地支援、人事、卫生和财政等多个职能域，其侧重点将是软件和数据重用以及数据和软件的互操作性。




国防信息基础结构公共操作环境体系结构图

(撰写：纪卫华 审订：刘 兴)

guofang xinxi xitongwang

**国防信息系统网** defence information systems network (DISN) 美国国防部全球信息基础结构的通信网络，也是 DII 的主要通信组成，包括局域网与广域网 (全球、区域、城域)。关键部分是信息传送基础结构 (传输与交换)、增值服务、安全与网络管理。DISN 由五部分组成，如图 1 所示。DISN 支持以下主要任务领域：指挥与控制 ($C^2$)、情报、商务、国防部其

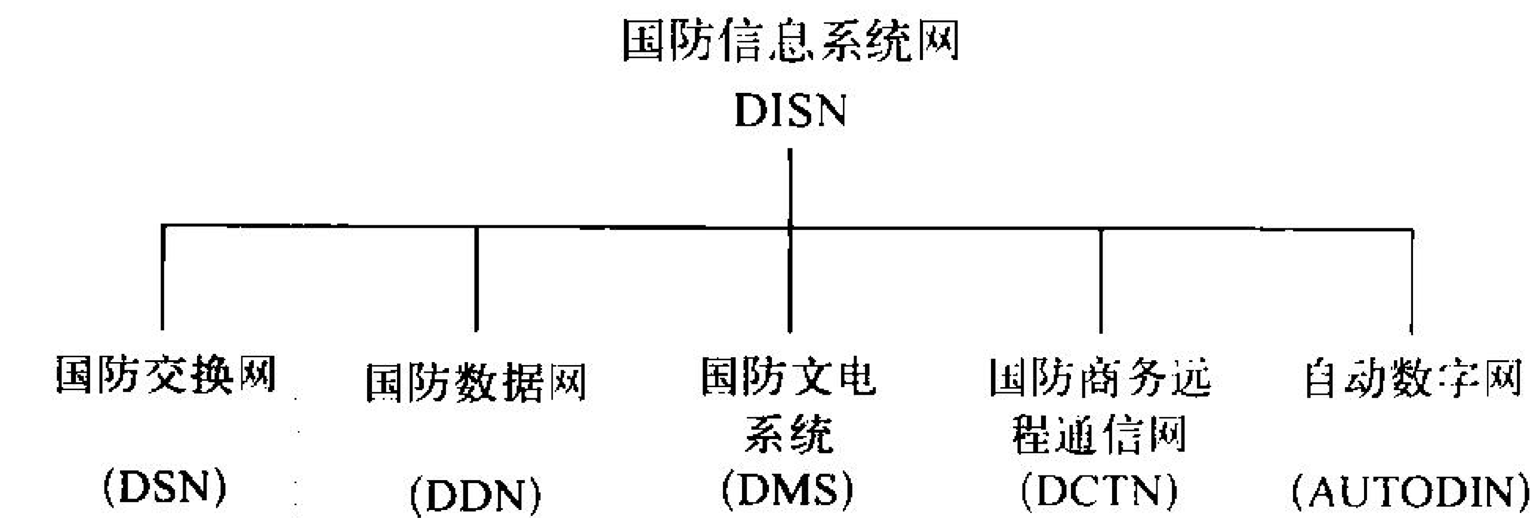



图 1 国防信息系统网组成图

他任务、非国防部任务。DISN 建设分为近、中、远三期工程：近期是建立一个异步转移模式 (ATM)/同步光纤网 (SONET) 实验系统和一个快速分组交换叠加网，将 170 个通



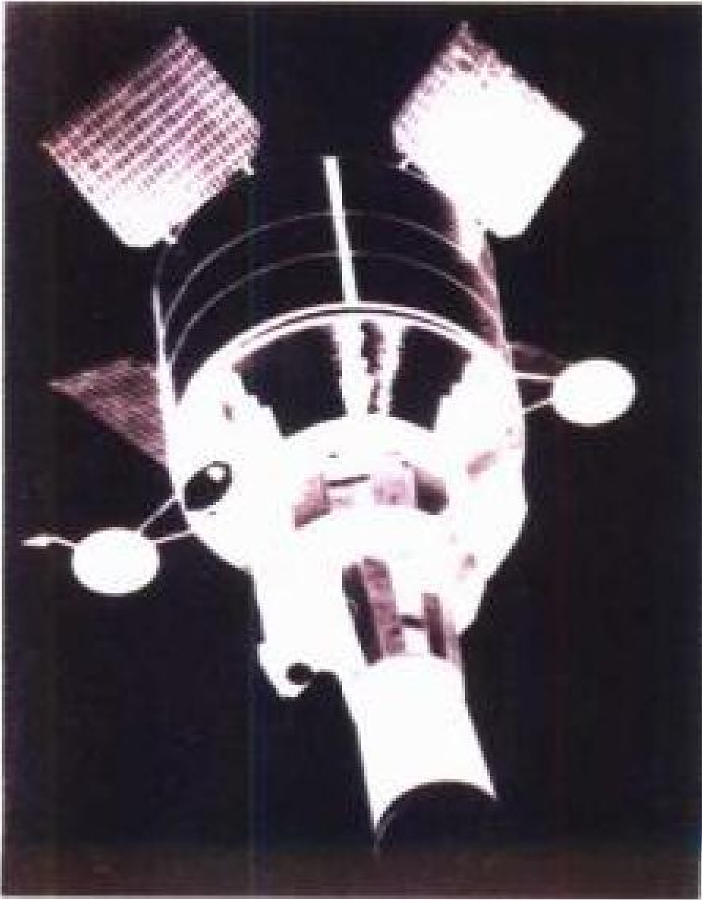

图 2 国防信息系统网结构图

信网与系统连接起来；中期是将语音、视频网过渡到综合业务数字网 (ISDN)、ATM / SONET 实验系统过渡到ATM / SONET 传送系统、分组叠加网过渡到 IP 高速网；远期是利用全球信息格栅网的成果，实现数千兆比特每秒传输，兆兆比特每秒路由交换。DISN 的体系结构如图 2 所示，它能使参与军事行动的指战员在任何地方、任何位置、任何时间利用各种信息终端按其所需格式存取所需信息。

(撰写：李安常 审订：童志鹏)

guofang zhiyuan jihua yujing weixing

**国防支援计划预警卫星** defence support program (DSP) warning satellite 弹道导弹早期预警的装有红外、紫外、视频、电磁和核辐射探测器的预警卫星。卫星平台有其许多优点：(1) 监视区域大，高轨道同步卫星距离地面 36000 km 左右，若沿赤道 120° 间隔放置 3 颗卫星，则地球大部分地区都可在它的监视之下；(2) 不易受到干扰，卫星在外层空间不易受到来自地面的干扰；(3) 反应灵敏，预警卫星可在导弹发射后 90 s 内探测到目标并报警；(4) 生存能力强，在外层空间卫星受到攻击的机会较少。预警探测卫星目前还只能探测到处于主动段的导弹并进行粗略跟踪；虚警、漏警的问题尚未彻底解决，瞬发事件可能漏掉；还要增强其可靠性和生存能力等。DSP 第 1 ~ 13 颗卫星为第一代，每颗重 1150 kg。目前在轨道上有 4 颗美国预警卫星，海湾危机发生后，位于西经 70° 的卫星被移至海湾上空，监视装备有常规和化学弹头的中、短程弹道导弹。DSP 第 14 ~ 17 颗卫星为第二代，每颗重 2381.4 kg，红外探测器是碲镉汞双色焦面阵列，有 6000 个红外探测单元 (第一代卫星只有 2000 个单元)，红外望远镜长 3.66 m，可在两个红外频段工作，能探测导弹尾焰、飞机喷气的红外辐射等。1989 年 6 月和 1990 年 11 月各发射 1 颗，这 2 颗卫星均在中东上空，其中 1 颗定位于东经 69°。DSP 预警卫星的系统组成包括：静止轨道的卫星 (如图所示)；2 个大型信息处理站；1 个移动地面系统 (含 6 个移动地面终

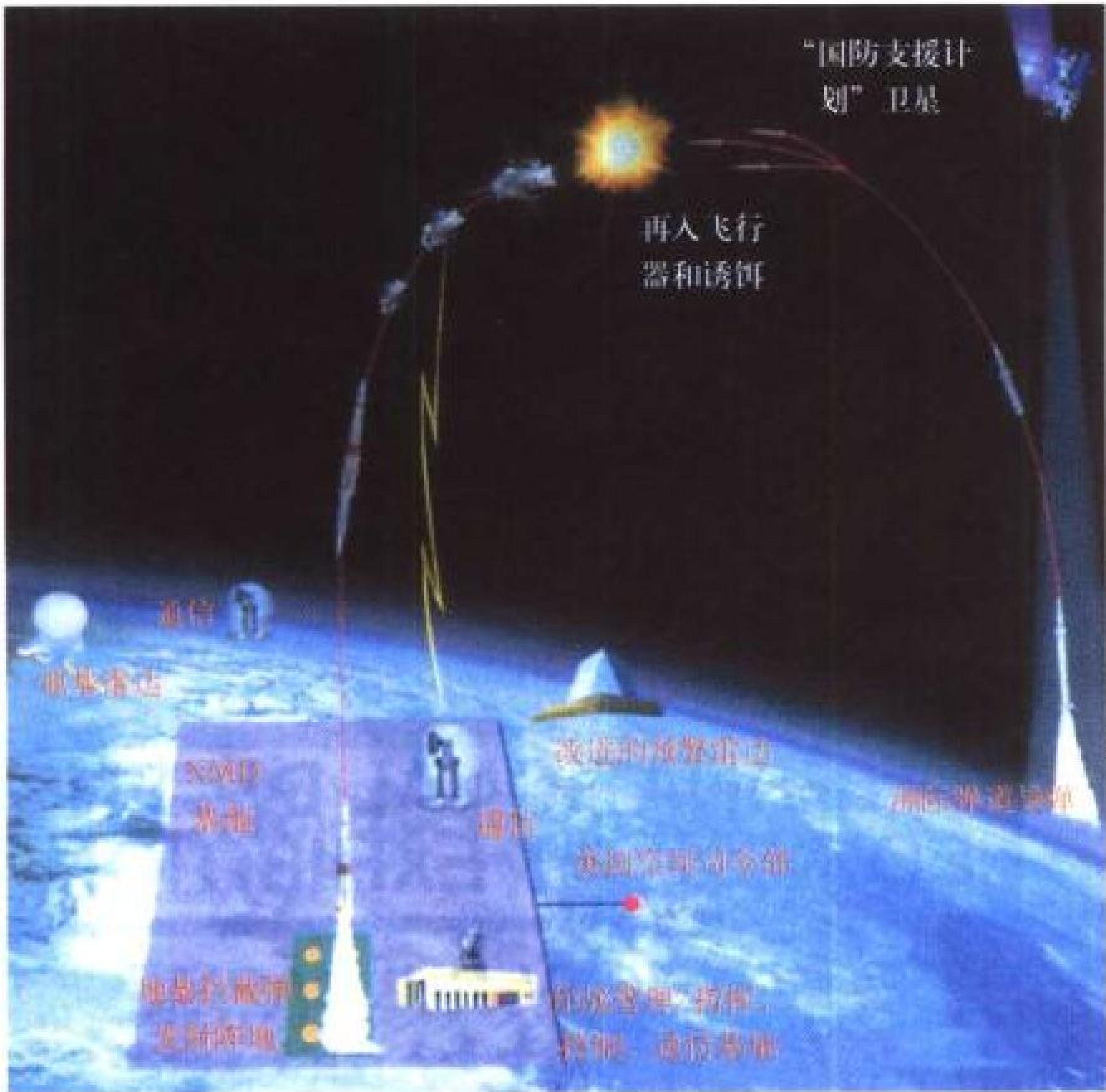


国防支援计划卫星预警系统图

端、6个移动通信终端和1个主管理站)；1个简易处理站；1套多用途设施和地面通信网。DSP在海湾战争中虽发挥了重要作用，但也暴露出不少问题。如由于“飞毛腿”导弹的飞行时间只有7 min，致使DSP卫星无法获取大批数据，难以提供非常精确的弹着区预报数据。又由于提供的预警时间太短，没有足够时间使美国和多国部队进行作战准备、因为DSP的设计不是对中、短程导弹预警，而是对前苏联的洲际或潜射导弹预警，远程导弹不但飞行时间比“飞毛腿”长，而且导弹火箭发动机的火焰比“飞毛腿”更强，遥感器容易获得数据。所以，美国计划改进现有的预警卫星，并研制低轨道弹道导弹预警卫星。到2010年前，美国将用天基红外星座(SBIRS)替换DSP系统。(撰写：李兆芳　审订：刘兴)

guojia daodan fangyu xitong

**国家导弹防御系统**　national missile defence (NMD) system　美国正在研制的旨在保护美国本土免遭战略弹道导弹攻击的




NMD的作战概念图

弹道导弹防御系统。国家导弹防御系统由5部分组成：(1)地基拦截弹将在大气层外拦截来袭弹道导弹弹头，并以直接碰撞的方式将目标弹头摧毁；(2)作战管理/指挥、控制和通信系统(BM/C³)是NMD的中枢，负责作战计划、协调、指示以及控制NMD武器系统和探测系统。BM/C³包括作战管理/指挥控制(BM/C²)和拦截弹数据链通信；(3)X波段地基雷达将对来袭导弹进行跟踪、识别和杀伤评估，向BM/C³提供导弹的初期飞行弹道数据以及实时的跟踪数据；(4)改进的早期预警雷达将探测、跟踪在弹道中段上的弹道导弹，对更为精确的X波段雷达进行引导；(5)已开始建设的天基红外系统将取代现有的国防支援计划(DSP)预警卫星提供导弹预警能力，它将在导弹上升段(熄火前)、中段和再入段截获、跟踪及识别目标。NMD的作战概念如图所示。

(撰写：冯芒　审订：刘兴)

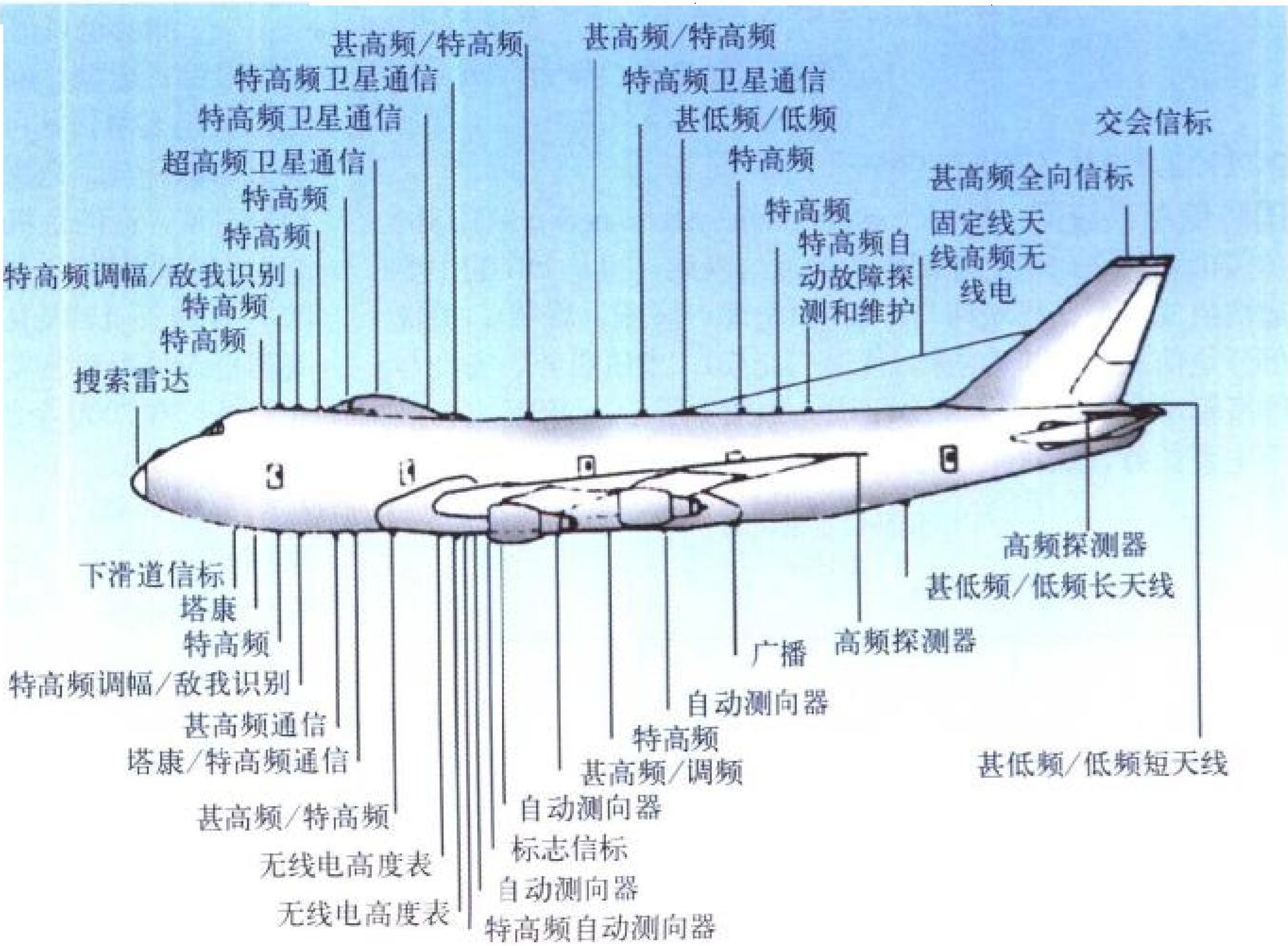
guojiaji zonghe dianzi xinxi xitong

**国家级综合电子信息系统**　national integrated electronic information system　全军综合电子信息系统的全国性和战略性的组成部分。国家级综合电子信息系统是按综合电子信息系统体系结构和在国防信息基础设施的基础上设计和建设的。国家级综合电子信息系统主要组成包括国家作战指挥中心、各总部及各军兵种作战指挥中心和指挥控制、情报侦察、预警探测、信息传输、导航定位、电子战及信息战和信息融合中心等战略信息系统。国家级综合电子信息系统在保卫国家安全中起着极其重要的作用，世界一些大国正在积极研究和开始建设国家级综合电子信息系统。

(撰写：刘兴　审订：彭永录)

guojia jinji jizai zhihuisuo

**国家紧急机载指挥所**　national emergency airborne command post (NEACP)　美国设置在空中飞机上的直接支援国家最高指挥当局和参谋长联席会议的3个全国军事指挥中心之一。全国军事基本指挥中心(NMCC)设在五角大楼，全国军事备用指挥中心(ANMCC)设在马里兰州里奇堡附近的地下设施中。尽管正在对这些固定指挥中心通过采用不间断电源系统和电磁脉冲屏蔽进行改进，但它们仍然是脆弱的目标，并且承受不了直接的核攻击。由于击毁一个正在飞行的指挥中心要困难得多，因此国家紧急机载指挥所的存在将大大增加国家最高指挥当局执行总核战计划(SIOP)的可能。这是美国打核战争的计划，也是一种通过进行报复来保证提高国家威慑政策信用度的能力。国家紧急机载指挥所平时并不参与指挥，当美军处于临战状态时，它处于空中待命，当总统下达首次核攻击命令时，它行使战略部队的指挥。其停机坪在安德鲁斯空军基地，控制中心设在奥弗特空军基地。国家紧急机载指挥所建于20世纪60年代初，开始采用波音




E-4B的通信天线位置图

707 改装的 EC−135 型空中指挥所。1973 年改用 6 架波音 747 改装的 E−4A 型空中指挥所。1985 年全部改用 E−4B 型空中指挥所（见图）。E−4B 型国家紧急机载指挥所的机舱分上中下 3 层，上层为机组人员休息室，中层为国家指挥当局及参谋通信人员执行指挥功能的区域，下层为机载电子设备，机内装备有各种频段的 13 种无线电通信系统和超高频卫星通信系统，能同卫星、导弹潜艇、飞机、导弹发射中心、国家军事指挥中心等进行通信。与 E−4A 相比，E−4B 无论在自动数据处理能力、通信和保密通信能力以及抗核电磁脉冲能力方面都有了很大提高。

（撰写：李兆芳　审订：刘 兴）

guojia zuozhan zhihui zhongxin

**国家作战指挥中心**　national operation command centre (NOCC)　国家最高军事当局的指挥员对军事战略行动筹划和指挥的场所。国家作战指挥中心主要负责国家有关战略性作战指挥和处理涉及全局性的紧急情况。在战略范围内指挥国家全体武装力量的战略行动。它有三项基本任务：(1) 保证日常的军事指挥活动（包括带有全局性的情报收集处理）；(2) 紧急危机事件处理；(3) 战时（包括核战条件下）指挥控制或通过其下属的军种司令部指挥控制部队的战略性活动。国家作战指挥中心一般建有地面的国家作战指挥中心、备用（地下）国家作战指挥中心和机动国家指挥所。国家作战指挥中心综合分析各军种所收集的情报，最后形成向国家最高军事当局提供决策的情报。国家最高军事当局根据所获取的情报，制定国家的军事战略决策并控制部队的战略行动。备用国家作战指挥中心具有与国家作战指挥中心同样的功能。机动国家指挥所可以建立在各种车辆上，也可以建立在空中飞机上，如美国就建有国家紧急机载指挥所 (E−4B)。

（撰写：李天恩　审订：薛成铭）

guochenghua chengxu sheji

**过程化程序设计**　procedural programming　使用过程语言设计、编写和测试程序的活动。过程化程序设计中主要涉及到数据结构的确定、求解算法的设计、代码文档的组织和测试等活动。确定数据结构是过程化程序设计的首要任务。为描述数据结构，程序中需要定义数据类型和变量。求解算法的设计是指利用程序语言提供的控制结构描述求解步骤的活动。过程语言均提供顺序、选择和循环等三种控制结构。代码文档是程序的最终表现形式，直接影响程序的正确性、可读性和可理解性。测试是为发现程序中的错误而执行程序的过程。过程化程序设计中使用的语言有：FORTRAN、ALGOL、COBOL、PASCAL、C、Ada 等。采用过程化程序设计方法编程，旨在提高所编程序的质量。自顶向下、逐步求精方法有利于在每一抽象级别上尽可能保证所编程序的正确性；按模块组装方法所编程序只含顺序、判定、重复三种构造，可使程序结构良好、易读、易理解、易维护，并易于保证和验证程序的正确性。

（撰写：金淳兆　修订：张晓光　审订：瞿兆荣）

guocheng kongzhi jisuanji

**过程控制计算机**　process-control computer　为使过程正常进行而实施有效控制的一类计算机。它接受来自受控过程的信息，在按一定的算法进行处理后，及时地作用于过程，并使过程得以正常进行，即采样、处理、控制。这里采集到的模拟信号需经模/数转换为数字进入计算机处理，结果经数/模转换作用于各种执行机构，或输出显示供人决策。常用的控制算法有：PID 控制算法、惯性因子法、预测控制法。其中 PID 用得最多。目前智能控制技术，如自适应、自学习、模糊控制等，也已得到日益广泛的应用。计算机用于过程控制大致经历了集中控制系统、分级控制系统和分布式控制系统几个阶段。1996 年，国际电工委员会 (IEC) 提出了集散控制系统网络的标准体系结构，它为计算机集散过程控制系统的规范化发展奠定了基础。与常规通用计算机相比，过程控制机有其自身的特点，特别是系统可靠性高，能适应现场恶劣环境；实时性强；模块化程度高；有适合过程控制系统的标准总线（如 STD 总线、PC 总线以及 RS−232 C、RS−422 A、RS−485、IEEE−488 等外部总线）；有适合集散过程控制系统的网络协议（如 MAP和 PROWAY）；此外，为了便于数据采集，在与受控对象之间有大量的模拟量和开关量输入输出通道。由于过程控制计算机是实现大规模生产的安全、高效、优质、低耗的重要保证，所以已广泛用于炼油、化工、造纸、水泥、电力、冶金、纺织等连续生产过程。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

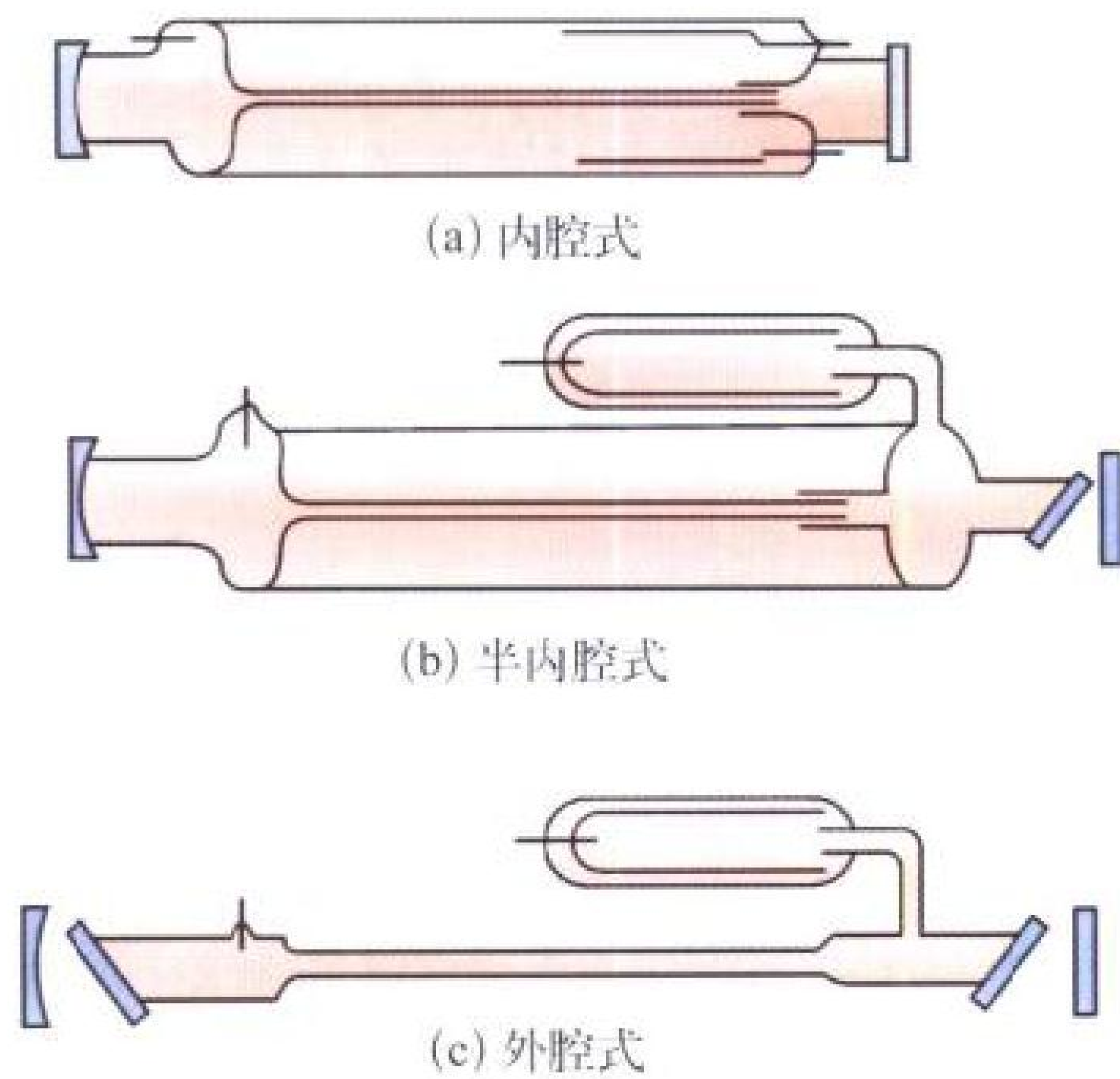
guodianya baohu

**过电压保护**　overvoltage protection　为防止电气与电子设备或系统在工作电压或过电压情况下出现故障而影响正常工作，甚至发生毁坏所采取的保护措施。由雷电引起的过电压称雷电过电压或大气过电压，它又分直击雷过电压和感应雷过电压。由电气与电子设备或系统的内部故障引起的过电压称内部过电压。由于电气与电子设备或系统（如计算机与数据系统、交通与通信设备、天线与同轴电缆、电源、变压器、微波管等）的参数发生变化的原因很多，内部过电压的幅值、振荡频率、持续时间等参数的变化不同，内部过电压又分操作过电压、瞬变过电压、工频过电压、谐振过电压等。根据不同的过电压状态，可以采用多种不同的保护方式。常用的过电压保护方式有齐纳二极管、压敏电阻、滤波器、放电管、触发管等。　（撰写：周志伟　审订：廖复疆）



He Ne jiguangqi

**He-Ne激光器** helium-neon laser 以He、Ne中性原子为工作介质的激光器。He-Ne激光器是最早出现的气体激光器，属四能级系统。向充有低压He、Ne混合气体的毛细辉光放电管（如图所示）中通入较小的电流，He的亚稳态原子首先被电子碰撞成为激发态，该能量由于原子间的碰撞传递给Ne原子，形成Ne原子激发态，该激发态即为激光上能级。He-Ne激光器在可见光和红外波段可产生百余条激光谱线，其中最强的是632.8 nm、1.15 μm和3.39 μm三条谱




He-Ne激光器示意图

线，632.8 nm谱线应用最多。放电管长数十厘米的He-Ne激光器输出功率为毫瓦量级；管长1～2 m时输出功率可达数十毫瓦至百毫瓦。由于光束质量好，输出波长632.8 nm为可见光，而且结构简单、体积不大、价格低廉，它在准直、定位、全息照相、医学、精密计量等方面得到了广泛应用，20世纪末以来逐渐被大功率半导体激光器取代。

（撰写：刘兴新 审订：梅遂生）

haidi guanglan

**海底光缆** submarine optical fiber cable 敷设于海底的光缆。由于要承受高水压、高张力、高湿度，故必须具备密封金属管保护层。按照敷设深度不同，可分为：⑴浅海光缆。由于可能会受到捕鱼、抛锚、暗礁等的破坏，通常需加牢固的外铠装层。⑵深海光缆。一般敷设深度大于1000 m，故不需外铠装层，但要求具有更大的承压能力，缆芯需制成纵向密闭结构，以防止潮气和水分沿纵向扩散，影响光纤的性能。海底光缆寿命一般要求大于25年，因此在制造光缆过程中除严格控制残余应力外，所使用的光纤均需经过严格的强度筛选，通常采用伸长率大于百分之一的筛选指标。

（撰写：张煦等 修订：吴永生 审订：梅遂生）

haijun daohang weixing xitong

**海军导航卫星系统** navy navigation satellite system (NNSS) 又称子午仪系统(transit)。美国海军研制的星基无线电导航系统。由导航卫星、地面站组和用户设备三部分组成。卫星的轨道是离地面约1080 km的圆形极轨，每条轨道上有1颗卫星，正常工作时有7颗卫星，工作频率为150 MHz和400 MHz。由于卫星的地迹与地球子午圈重合，所以卫星称为子午仪，系统称为子午仪系统。地面站组包括4个跟踪站、1个计算站和2个注入站。用户接收机接收1颗通过其视界的卫星所发射的导航信号，从中提取每个瞬间卫星的位置数据和多普勒频移，根据多普勒频率变化曲线的斜率和过零点的时间，经定位计算，确定用户所处位置。海军导航卫星系统(NNSS)于1964年正式投入使用，主要用于为潜艇、水面舰船和一些特殊装备的飞机在世界范围提供精确的定位能力。由于它不能提供连续的定位信息，并且难于为高动态用户服务，随着GPS系统的建成使用，NNSS于1996年12月31日关闭。

（撰写：丁群 审订：邱致和）

haijun tongxin xitong

**海军通信系统** navy communication system 由海军通信业务所需的信道电路、终端设备，以及所有辅助设备组成的有机整体。海军通信系统包括3个部分：⑴战略通信；⑵与海上舰船的远程收发通信；⑶海上编队舰船之间的战术通信。

战略通信：战略通信主要是为国家指挥机关与核导弹潜艇之间提供通信联络。由于核导弹潜艇为躲避探测，通常都在水下潜行，因此使用的通信频率大多为低频或甚低频。

远程通信：远程通信主要为岸基通信站与海上舰船间提供通信联络。远程通信具有双向性，从岸上发出的信息送至海上舰船，舰上发出的信息送至海军通信站，再经国防通信系统分发到其他陆上指挥所。海军岸基通信站主要处理收到的国防通信系统的信息，然后通过各种电路将其传输给海上舰船。卫星通信和HF链路用于岸舰间超视距远程双向通信。

战术通信：战术通信在海上作战期间为海上编队各作战平台彼此之间提供联络。这些作战平台包括主要舰种（如航母、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、军辅船等）、舰载飞机、探潜飞机、作战飞机等。战术通信的典型传输媒体有高频、甚高频及特高频。超视距及视距通信的通信距离为近程或中程，它能以舰对舰、舰对空、空对舰、空对空通信提供协调编队所必需的信息交换。

（撰写：曾传森 审订：舒治安）

haishang zuozhan zhihui kongzhi xitong

**海上作战指挥控制系统** command and control systems for maritime operations 采用以计算机处理技术为核心的现代技术手段辅助军事指挥员指挥、控制和协调海军和其他武装力量在海洋或濒海大陆范围内完成作战、训练或其他军事行动的综合电子信息系统，又称海上作战指挥自动化系统。它是指挥控制系统的一个重要分支。按其载体类型可分为岸基、空基（机载或星载）、舰（艇）载和水下（潜艇）指挥控制系

统；按指挥层次分为战略、战役（战区）和战术级三种类型。系统除具备一般指挥控制系统的基本属性、战术技术功能和结构与组成外（参见 $C^2$ 系统），还具有以下几个主要特点：(1) 系统综合作战指挥效能的发挥依赖于包括海（洋）面、水下、空中（空间）和濒海陆地与岛礁在内的广阔海战场环境；(2) 系统将处理海区立体空间的多源、多类型和多平台的目标情报；(3) 系统支持和辅助指挥员指挥多种复杂作战样式的海战、空战、陆战、电子战和多军兵种联合作战；(4) 海上作战要求构建高效、可靠的综合通信网及海上情报侦察和预警探测系统；(5) 承担对水面舰艇、潜艇、海军航空兵、陆战队和岸防部队等多兵种协同作战指挥任务。现代海上作战理论、战略战术的不断发展和各种高技术武器装备的大量涌现，推动着海上指挥自动化系统正向着立体化、网络化、数字化、智能化和综合集成化方向发展。

（撰写：薛成铭　审订：李天恩）

haiyong chafen GPS xitong

**海用差分 GPS 系统**　maritime differential GPS system　利用现存的海用无线电信标广播 GPS 卫星伪距差分校正值的一种局域差分 GPS 系统。位置精确已知的差分 GPS 基准站产生的伪距校正值，以最小频移键控（MSK）方式调制于 285～325 kHz 的海用无线电信标台发射信号的副载波上，差分电文采用 RTCM SC−104 标准。海用 DGPS 服务同时还提供对 GPS 卫星以及差分 GPS 系统本身的完好性监测。海用 DGPS



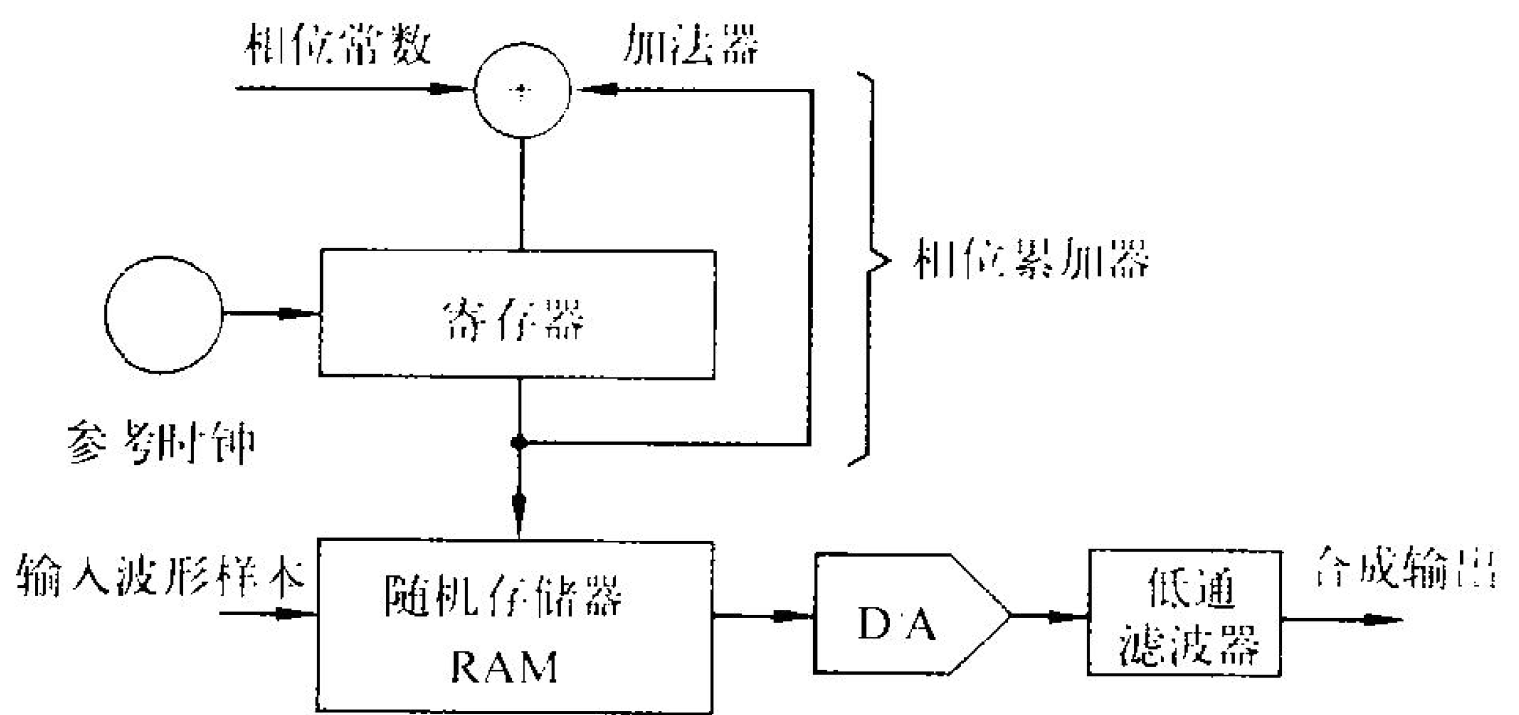

海用差分 GPS 系统

在其服务区域内提供的无线电导航精度优于 10 m（2 drms），当距差分台较近时，可获得 2m（2 drms）的精度。该系统主要用于为海港和近海航行阶段的船舶提供高精度的导航服务。海用 DGPS 系统最先由美国海岸警卫队研制，并于 1999 年 3 月 15 日宣布正式建成覆盖美国沿海、大湖区和内河航运的 DGPS 网。目前全球已有 34 个国家和地区建立了 310 多个海用差分 GPS 基准台，其中，我国由交通部建成了覆盖我国沿海地区的 20 个海用 DGPS 基准台。

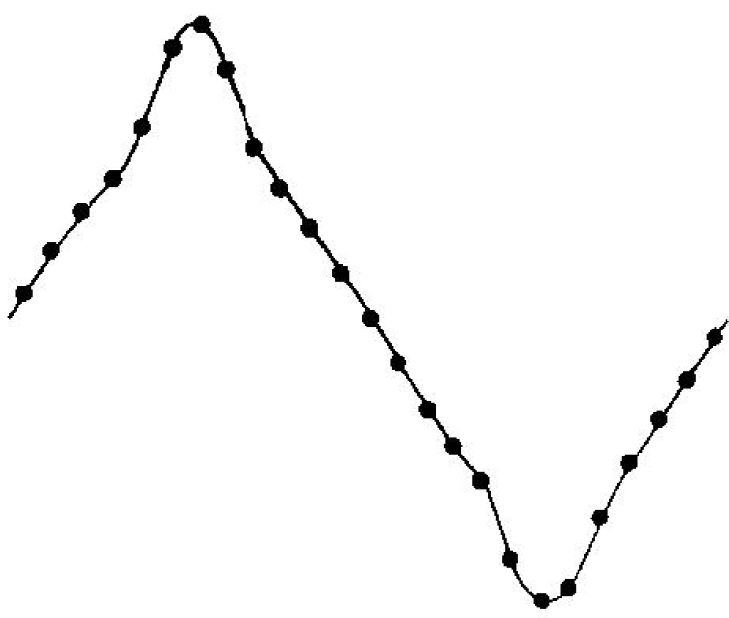
（撰写：丁　群　审订：邱致和）

hanshu fashengqi

**函数发生器**　function generator　能提供多种信号波形（如正弦波、三角波、方波和脉冲串等信号）的使用最广的通用信号源。它还可对输出信号的参数在宽范围内作连续调节，如频率可从数赫兹到数兆赫兹，有些函数发生器还具备扫频、调频和调幅功能，一般的函数发生器在频率精度和稳定性上不如标准正弦振荡器，但其性能对大多数应用来说已足够了。函数发生器主要技术指标包括频率精度、稳定度、幅




(a) 基本框图



(b) 典型合成的任意波形

任意波形合成

度精度或一致性；此外还包括正弦波的失真度、脉冲波的上升和下降时间、三角波的线性度（即与直线波的偏差程度）等指标。函数发生器的原理框图及波形合成图如图所示。

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

handian kekaoxing

**焊点可靠性**　reliability of solder joints　焊点在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能力。采用表面组装技术形成的表面元器件与印制电路板的连接焊点是微型焊点，且既要承担机械连接又要承担电气连接，其可靠性问题尤为突出。影响表面组装焊点可靠性的因素很多，如元器件材料和基板材料的热膨胀系数差异、元器件引脚的共面性和可焊性不良，组装焊接工艺选择不合理产生的热冲击、焊剂选择不当和清洗不洁留下的残余物、焊盘或元器件引脚结构设计不当、组装工艺不良引起的虚焊、孔洞、焊点错位等故障，焊膏材料或用量选择不当引起的不良焊点等，均直接影响焊点可靠性。为此，焊点可靠性要依赖合理的设计和提高组装工艺质量予以保证。通常以一定范围内的高低温热循环实验条件下的焊点失效状况来评价焊点可靠性。

（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

hangdan jingmi ceshi xitong

**航弹精密测时系统**　aerial bomb precision time measurement system　用于对航空炸弹从脱钩时刻到落地时刻的时间进行精密测量的技术设施。测量所得的精确时间是进行机载投放武器的外弹道光测以及编拟投表的基础数据。系统主要包括：机载无线转发设备、地面无线转发设备、同步授时设备、数据处理终端设备和炸点检测设备。系统针对试验过程中特征点的时刻（航弹机载脱钩时刻及航弹落地爆炸时刻）进行记录，继而得到特征点在整个试验过程中相关的时间测量结果。在测试过程中，系统提供的时间数据均以绝对时间统

一标准为基础。系统具有车载平台，可以进行机动作业。系统测时精度可达 10 μs。该设备不仅可对单枚航弹投放时间进行测量，并可对多枚武器的齐投或顺投进行多目标测量。

（撰写：陈 旸　审订：张 军）

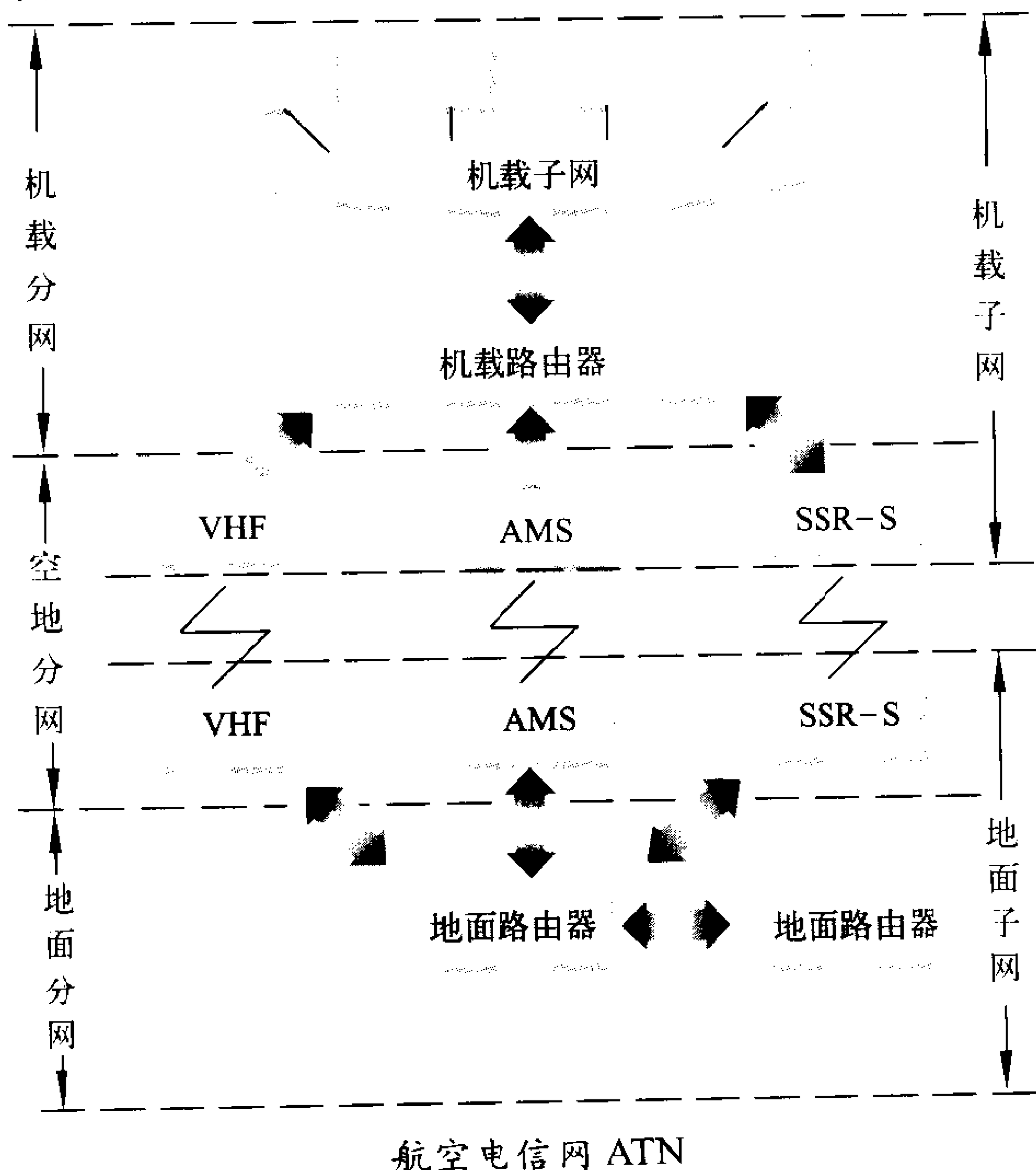
hangji xiangguan

**航迹相关** track correlation　从录取的点迹中，识别出属于同一批目标的点迹并将其归在一起，连成航迹的过程。雷达回波经点迹录取处理后形成点迹，相邻观察周期得到的同一目标点迹有较强的相关性。航迹起始以后，将本次观察得到的点迹与已建立航迹的预测点进行相关，对相关上的点迹用数字滤波方法将其联到该航迹上，使跟踪航迹不断延伸。航迹相关是这样来完成的：首先以航迹预测点为中心，以预测误差和雷达测量误差确定的距离长度为半径，建立相关波门。当仅有一点迹落入此波门内，则认为此点迹与航迹相关；当波门内有多个点迹与这条航迹相关，可采用“近邻”法挑选与预测点最接近的点迹作为相关点迹，也可用“全邻”法根据波门内每个点迹与预测点的相关概率，计算出概率加权系数，用加权系数对点迹求统计平均，算出等效回波点迹，然后用等效回波点迹与航迹相关。当波门内没有出现点迹，用预测值代替本次测量值继续外推。在连续数周没有后续点迹时，满足航迹消失准则，删除此航迹。

（撰写：徐振来　审订：吴增辉）

hangkong dianxinwang

**航空电信网** aeronautical telecommunication network (ATN)　一个由机载子网和地面子网（含机载和地面路由器）组成的全球性的数字数据通信网，如图所示。




航空电信网 ATN

空地分网具有三种传输方式，亦可称为三种分网。利用甚高频信道传输信息的网叫 VHF 分网，利用卫星通信组成的网叫移动卫星 AMS 分网，利用二次监督雷达 S 模式组成的网叫 SSR-S 子网。航空电信网还将提供一种网络管理系统，它将允许路由器在一个较大的自治基础上运行，以便支持多国应用环境。路由器将能从多方面（运行、政策和安全）的考虑去实现路由功能。航空电信网为了实现与网络内部协议、选址方式无关的终端用户之间的数字数据通信，所有各种方式的子网和分网必须遵守公共网间规程和路由器互联。

国际民航组织 ICAO 为了适应未来世界空中运输业务的迅猛增长，于 1993 年通过了“国际民航组织的 CNS / ATM 系统”即通信、导航、监视/空中交通管理系统。该系统简称“新航行系统”。其目的是加速、促进空中交通管理的自动化进程。为此在通信方面提出航空电信网（ATN）的概念。预计将用 20 年的时间去实现。新航行系统将较彻底地改变目前空中交通管理的落后面貌。航空电信网虽然由国际民航组织提出，实际上军航的空中交通管理和民航的空中交通管理是不能断然分隔的，尽管各自职责范围不同，但军用飞机和民用飞机都处在同一领空，许多信息必须互相交流。所以民航的航空电信网对军队来说，具有非常重要的应用价值。但军队 ATN 还应具有安全、保密、抗干扰等军事特色。

（撰写：邱 杰　审订：李振邦）

hangkong pingtai dianzi zhuangbei

**航空平台电子装备** airborne electronic equipment　装在空中平台上的各种电子装备与系统的总称。包括作战电子装备与系统、勤务电子装备与系统，有时两者可以混合，有时两者可以分开。主要用来发现敌方目标并引导武器进行攻击、分清敌我、通信联络、引导和指挥飞机作战、确保电子设备不受敌方的电子干扰、确保自身的安全，以及进行飞行控制和飞机管理等。不同作战飞机上装的电子装备有所不同。例如，战斗机上的电子装备包括通信、导航、识别、雷达（脉冲多普勒雷达）、光电传感、空中交通管理、电子对抗、火力控制、飞行控制和飞机管理等功能的相应设备。强击机上装有红外观察仪、激光测距仪、火控系统与飞机控制系统等。轰炸机上装有告警系统、防御电子对抗系统、诱饵/曳光弹、雷达、飞行管理系统、显示器、地形跟踪系统、外挂物管理系统、导航系统等。电子侦察机上装有多频段、多功能和多用途的电子侦察和监视设备。电子战干扰飞机上主要装有干扰防空警戒引导雷达、目标指示雷达、制导雷达、炮瞄雷达和通信设备的多频段/大功率干扰机，以及自卫用的雷达告警系统、欺骗性有源干扰机、箔条/红外弹无源干扰物投放器等。预警机上装有预警雷达、敌我识别器、情报处理设备、指挥控制系统、通信设备、领航设备等。综合一体化是航空电子装备的主要发展方向。典型的航空电子综合系统有美国空军 F-22 战斗机的综合电子战系统（INEWS）、综合通信导航识别航空电子设备（ICNIA）；海军 F/A-18 E/F 飞机的综合防御性对抗（IDECM）系统、JSF 美国海/空军联合攻击战斗机的多功能综合射频系统（MIRFS）和陆军直升机的综合射频对抗系统（SIRFC）等。

（撰写：崔德勋　审订：黄吏坚）

hangtian cekong jishu

**航天测控技术** TT&C technology for space vehicle　对航天器飞行各阶段进行跟踪、测量、控制和信息传输的技术。航天测控是导弹实验工程、卫星工程和载人航天工程中不可缺少的重要组成之一，是航天器和航天发射、在轨运行及回收段的重要支持系统。其基本任务概括为：测量、控制和通信三方面。⑴ 测量，一是对航天器坐标、速度、加速度等轨道参数的测量；二是对航天器工作状态、工程参数、环境参数以及宇航员生理参数的测量。⑵ 控制，一是安控，即在航天器试验中发生故障，为确保航区安全发出的“自毁”控制；

二是对航天器运行的控制，如轨道、姿态、工作参数和程序修改等机动指令控制。(3) 通信，包括与宇航员的话音通信、电视和数据传输等，实际上也包括上述遥控指令的传输和遥测数据的传输。航天测控技术是随航天工程发展而发展的。从目前看，航天测控技术的发展呈现两大发展趋势：一是寻求各国航天测控网的合作，以充分发挥各国测控资源的作用，降低航天任务测控保障费用；二是向天基测控发展，以提高系统的测控通信覆盖率和降低地面测控站的管理维护费用。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

hangtian cekongwang

**航天测控网** TT&C network for space vehicle 对航天器进行跟踪、测量、控制和信息传输的特定技术网络。就定义而言，测控系统与测控网没有本质区别。就功能而言，都具有信息获取、信息传递、信息实时计算显示、事后数据处理以及控制等功能。因此，在实际工作中有时称“导弹、卫星测控系统”，有时称“导弹、卫星测控网”，而为卫星发射、运行服务的大多称“卫星测控网”。我国卫星测控网始建于1965年，为了综合利用，1973年以后，我国建立了“卫星、导弹综合测控网”，以满足多场区、多射向、多弹道导弹飞行试验和不同倾角、不同轨道卫星发射运行的测控要求。美国由于航天计划投资大和航天任务的不同，基本分为：NASA测控网和空军卫星测控网 (AFSCF)。NASA测控网又包括卫星跟踪与数据获取网 (STADAN)、载人航天网 (MSFN)和深空网 (DSN)。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

hangtian pingtai dianzi zhuangbei

**航天平台电子装备** space platform electronic equipment 航天平台又称航天器，是指距离地球表面100 km以上的各种飞行器，如导弹、卫星、无人或载人飞船等。在这些平台上装载的电子装备与系统称为航天平台电子装备。不同用途的航天平台装有不同的电子装备，以完成不同的任务。例如：侦察卫星装有可见光电视、CCD红外摄像机、微波合成孔径雷达等，通过对星下照射地区成像，成像数据可以记录回收或直接传送至地面处理中心，从而获取对方雷达、通信设备的坐标位置、性能参数等。海洋监视卫星装有红外传感器和雷达，通过监视海浪和水温变化探测水面舰船和水下潜艇的活动。预警卫星装有包含几百万个单元的红外焦平面阵列传感器，用以监视敏感地区。军用通信卫星部署在地球同步轨道上，装有K、X、UHF等波段转发器和多波束天线，通信容量大、抗干扰性能好。数据中继卫星装有数据转发设备，可将全球重要军事信息通过星际接力即时传送到统帅部。GPS导航卫星装有原子频标、L波段发射机、地面上行注入信号接收机和数据存储器，可向地球广播发送卫星星历和准确的时间信息，供地面、海上与空中用户精确定位和制导。气象卫星运行在1000 km左右的太阳同步轨道（极地轨道）上，星上遥感器装有多光谱传感器和微波辐射计，可探测地表到30 km温度垂直分布、分层水气含量、降水强度等。载人航天器（包括载人飞船、空间站和航天飞机等）上装有由激光陀螺仪、星载敏感器、GPS接收机、控制计算机组成的导航、控制系统，以保障载人航天器的空间定位、姿态控制、轨道调整、空间对接与分离，最后控制返回地面；环境控制和生命保障系统是宇航员生活和工作的重要分系统，由各种传感器、控制器和执行器组成；测控与通信是另一个重要的分系统，飞船的一切活动都是在地面测控站和海洋上的测量船监测和控制之下，并和航天器平台上相应的应答机协同工作来实现的。通信系统还提供地面指挥中心与宇航员之间的语音、数据、电视的双向链接。

（撰写：冯世章 审订：童志鹏）

hangtianqi guidao

**航天器轨道** spacecraft orbit 航天器在空间运行的路径。决定航天器飞行轨道形状的主要因素是速度。当航天器速度小于第一宇宙速度时，航天器的轨道是与地球表面相交的椭圆；当航天器速度介于第一、第二宇宙速度之间时，其轨道多为椭圆；当航天器速度等于第二宇宙速度时，其轨道为抛物线，而大于第二宇宙速度时，其轨道为双曲线。弹道式导弹的飞行轨道分为主动段、自由段和再入段，如图1所示。

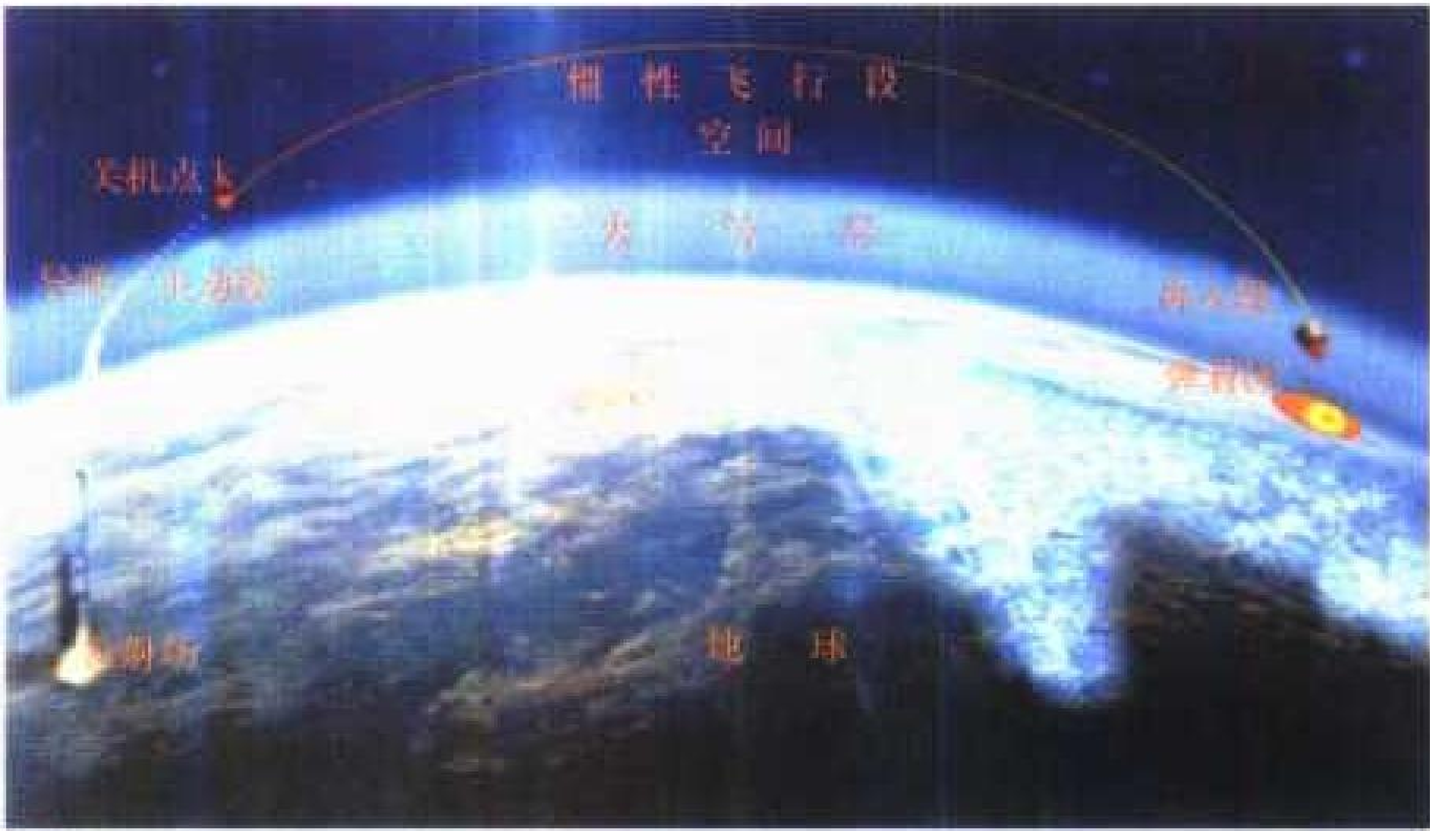
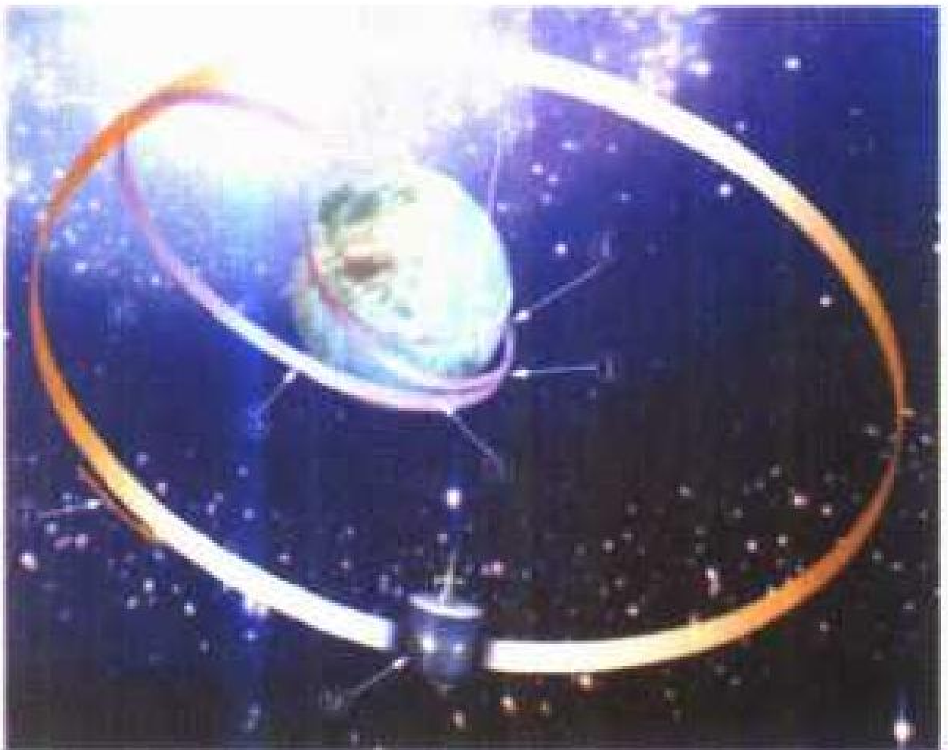



图1 弹道式导弹飞行轨道



说明
1 近地点 hp = 400 km
2 远地点 hp = 35786 km
第六圈飞越时间37 h 0.2 min
位置：141.440°E，0.844°S
3 入轨点（12.9°N，158.28°E）
4 转移轨道 T = 10 h 38 min 17 s
i = 31.10°（倾角）
5 停泊轨道
6 准同步轨道入轨点143.27°E
7 [illegible] < 30 [illegible]
8 赤道
9 STW 卫星 125°E

图2 同步卫星定点过程示意图

其中自由段的飞行轨迹可近似看作是与地球相交的椭圆轨道弧段，再入段由于受大气层风和空气动力的影响，将产生再入散布。卫星的轨道可分为发射轨道和运行轨道。其运行轨道近似椭圆，其形状可由长半轴 $a$、倾角 $i$、偏心率 $e$、升交点赤径 $\Omega$、近地点幅角 $\omega$ 和过近地点时刻 $t_p$ 六个基本参数描述。卫星运行周期与地球自转周期23 h 56min 4s 相同的顺行轨道称为地球同步轨道，而当倾角 $i=0$ 时，其轨道形状为圆形，又称为“地球静止轨道”，如图2所示。适当选择 $i$、$a$ 和 $e$ 使轨道的升交点赤径的变化率 $\Omega = 0.986$（度/天）时，卫星轨道为“太阳同步轨道”，而当 $i=90°$ 又称“极地轨道”。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

hangtianqi guidao celiang

**航天器轨道测量** spacecraft orbit determination 对航天器射向、各运行段路径及特征点参数的测量称为轨道测量。轨道测量是轨道确定的基础，而确定轨道参数又是轨道预报和轨道机动的依据。所以，轨道测量和轨道确定是对航天器发射和长期管理的重要工作。轨道测量由测控站完成，测轨数据的处理和轨道确定由指控中心完成。由于测轨数据的质量

对轨道计算结果影响很大，所以，测控站在轨道测量时必须工作稳定并进行认真标校。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

hangtianqi jiaohui duijie celiang xitong

**航天器交会对接测量系统** spacecraft rendezvous and docking measurement system 测量两航天器间交会对接时的相对距离、速度和角度的技术设施。该系统具有跟踪、定位和反向数传功能。它分为具有电视测量的微波交会雷达和激光交会雷达测量系统。前者用于中远距离的交会测量，有效距离为 50 m～150 km，测距精度为数十米，测速精度为 0.1 m/s，测角精度小于 0.3°。后者用于近距离的精确测量，有效距离为 0.35 m ～ 20 km，测距精度为厘米量级，测速精度为 0.1 m/s，测角精度小于 0.3°，它是航天器间近距离精确测量的惟一手段。建立该系统是实现载人航天等航天器交会对接和建立空间站并使之长期连续工作的必要条件。

（撰写：施为华 修订：曾晏中 审订：钱允敏）

hangtian zhihui zhongxin

**航天指挥中心** space command centre 又称航天指控中心。航天器飞行的指挥控制机构。其任务是实时指挥航天测控站，收集、处理和发送各种测量数据，监视航天器轨道、姿态和设备的工作状态，实时发送控制指令，确定轨道参数、发布轨道预报。航天指挥中心由数据处理系统、软件、通信系统、监控系统和时间统一系统组成。其中数据处理系统是该中心的核心，包括多台大型高速计算机和软件，用于实时处理或事后处理各测控站汇集的数据。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

haomibo danpian jicheng dianlu

**毫米波单片集成电路** millimeter wave monolithic integrated circuit (MIMIC) 工作频率在 30～300 GHz 范围的单片集成电路（波长为 10～1mm）。MIMIC 中有源器件主要采用 HEMT、HBT、PHEMT 和 MHEMT。其电路在毫米波低端常采用微带或集中参数传输线，在频率高端则采用共面波导(CPW)结构。主要应用波段集中在与毫米波大气传输窗口对应的 8 mm 和 3 mm 波段。由于毫米波具有方向性好、精度高的优点，因此 MIMIC 在毫米波雷达、精确打击武器末制导、全天候侦察监视、敌我识别及低截获率的保密通信等军用系统中具有重要的应用价值。在民用方面，主要集中在汽车防撞雷达、通信、测距以及毫米波传感器等。

（撰写：钱 峰 审订：林金庭）

haomibo leida

**毫米波雷达** millimeter wave radar 工作波长在 1 ～ 10 mm (30～300 GHz) 的雷达。地球大气中的氧气和水蒸气吸收使毫米波的传播衰减特别严重，但在 35、94、140、220 GHz 等射频窗口附近传播衰减相对较小，故大多数实用的雷达频率都选在射频窗口附近。雨、浓雾和乌云会产生附加衰减。受这些因素限制，毫米波雷达多用于短距离探测。由于工作波长很短，毫米波雷达具有一些独特的优点，即用同样口径的天线可得到更窄的波束和更高的天线增益，可获得更高的角分辨率和跟踪精度，能减小低仰角工作时的多径效应和地杂波干扰；具有更宽的工作带宽，可增强抗电子干扰的能力；可以容许更宽的信号带宽，能提高距离分辨率，有利于目标特征处理；具有更高的多普勒频率，有利于动目标检测；设备紧凑、重量轻。毫米波雷达主要应用于战场侦察、火控和跟踪、高分辨率成像、导弹末制导及测试等领域。例如低仰角跟踪雷达、坦克用搜索和目标截获雷达、直升机用地形回避和防撞雷达、机场场面监视雷达、末制导雷达寻的器、目标特征测试雷达等。在太空中没有地球大气吸收带来的传播衰减，毫米波雷达将有更广阔的应用前景。

（撰写：冯尚诚 审订：喻光正）

haomibo xingboguan

**毫米波行波管** millimeterwave travelling wave tube 专指工作于 26.5 ～ 300 GHz 范围内的行波管。其工作原理与普通行波管相同，仅由于工作频率高而带来了许多特殊的问题：(1) 当工作电压不变时，慢波系统的线性尺寸与波长成正比；而当频率不变时，慢波系统的线性尺寸与电压的开方成正比，因此毫米波行波管为了使慢波结构的尺寸不至于过小，当工作频率提高时都相应提高工作电压。而螺旋线由于受到工作电压的限制只能工作到 40 GHz 左右，更高的波段均采用全金属型的慢波结构。因此毫米波行波管的相对带宽比较窄，但绝对带宽很宽。例如在 3 mm 波段，即使相对带宽仅 10%，其绝对带宽也达到 10 GHz，相当于 X 波段和 Ka 波段两个波段带宽的总和。(2) 由于慢波结构线性尺寸小，电子注的尺寸相应变小，而使注电流密度大为增加。因此毫米波行波管的电子枪压缩比和阴极发射电流密度都比较高，相应地要求聚焦磁场强度也大为增加。采用普通的单周期永磁聚焦结构时，有可能难以找到合适材料以满足对磁性材料的性能要求，因此有些毫米波行波管采用了双周期永磁聚焦结构。由于在同样的天线尺寸时，毫米波段具有天线增益高、方向性好、波束窄和分辨率高等优点，用于雷达时可以精确测定目标的位置和速度，甚至可以成像观察目标形状；用于通信时可以提高保密性，使敌方难于窃听；更可利用大气吸收强的波段进行卫星间通信，使地面侦听设备完全收不到信号。当前世界各国都在竞相发展毫米波技术，毫米波行波管作为主要的发射功率源备受重视。

（撰写：邬显平 审订：廖复疆）

hechengkongjing chengxiang jishu

**合成孔径成像技术** synthetic aperture imaging technology 基于雷达平台和目标之间的相对运动，以目标为基准，运动的雷达平台等效地加长了天线的孔径，从而得到高的横向分辨率的技术。要求雷达平台进行平稳直线飞行，以形成等距的线性阵列。对机载 SAR（合成孔径雷达），由于气流等因素，航线不可能是理想的直线，要依靠全球定位系统(GPS)、惯导等测出偏差加以校正，对高分辨率 SAR，还要利用数据特性作运动补偿。SAR 数据及雷达图像沿通信线路传送，由于现代 SAR 的高信息量，通信线路的速度成为整个系统的瓶颈，因此，信息形式、数据压缩、数据传输，成为 SAR 技术的一个重要研究领域。雷达图像的主要判读方法在目前仍然是视觉判读，要使图像与视觉观察匹配起来，可以将雷达图像与基准信息比较，如地图、航空摄影及数据库的图像等作比较，这就是所谓的“后信息处理”，它将发挥 SAR 设备的潜力。（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

hechengkongjing leida

**合成孔径雷达** synthetic aperture radar (SAR) 置于运动平

台（如飞机、卫星）上，在飞行过程中顺序地发射和接收信号，形成合成孔径的雷达。用合成孔径提高横向距离分辨率可以从多个方面加以解释，最常用的是多普勒分辨。探测地面上横向相邻的两个点目标，由于雷达运动，其多普勒频率有微小差别，因而，通过较长时间相干处理（等效加长合成孔径）就可以提高横向距离分辨率，而将两个点目标区分开。SAR 满足二维成像要求，采用宽带脉压实现距离分辨。SAR 成像具有全天候、全天时和易于远距离工作的特点。一般 SAR 使用条带测绘（侧视）模式，具有覆盖大面积区域的成像能力。在特殊情况使用聚束式 SAR 可使相对较小的区域具有较高的分辨率，另一种特殊的工作模式是 SAR 干涉测量法，可以导出高分辨地形数据，得到高度数据，实现三维成像。（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

hecheng xinhaoyuan

**合成信号源** synthetic signal generator 输出信号的频率由基准振荡器用计算方法导出的一种信号发生器。这里信号源输出的信号是指正弦的载波或指经调制的正弦载波信号。其中基准振荡器一般为晶体振荡器，而计算方法则指用电路实现频率的混频（加减）、倍频（乘）、分频（除）。合成信号源的主要技术指标有频率（包括频率范围、频率分辨率、频率准确度和频率稳定度等）、频谱纯度（如单边带相噪、剩余调频、剩余调相、杂散和谐波等）、输出特性（如输出范围和输出电平精度等），调制特性（包括调幅、调频、调相、脉冲调制和数字调制等）。（撰写：王厚军 审订：陈光禹）

hebao dianci fushe

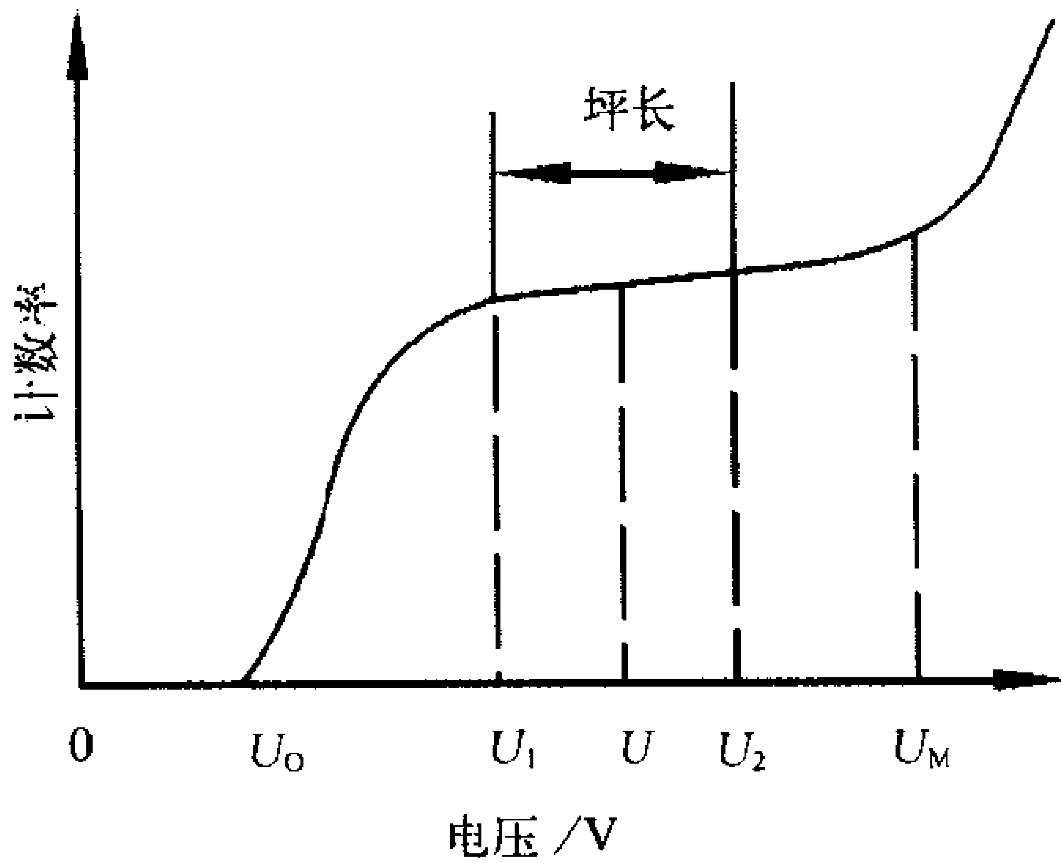
**核爆电磁辐射** nuclear explosion electromagnetic radiation 核爆能量释放的主要形式。包括冲击波、热辐射与核辐射。直接的电磁辐射有：γ射线、X 射线、紫外线、可见光及红外线；核爆电磁脉冲（NEMP）辐射是其与环境相作用产生的次级效应（还有附加电离）。低空（30 km 以下）与地面爆炸，主要是瞬发 γ 射线产生的康普顿电流及其次级效应（传导电流），在地面边界与大气密度分布及弹体本身的不对称性条件下形成电磁辐射。高空 NEMP 辐射，主要是电子与地磁场的相互作用，其次是核爆附加电离球体迫使地磁场产生弛张，辐射体积庞大，机制更为复杂。NEMP 总是爆炸瞬间的一个单一强电磁脉冲，典型上升时间约 10 ns，持续时间约 500 ns，近区频谱密度最大值位于 10～20 kHz。NEMP 的论题主要是：(1) NEMP 防护。低空与地面爆炸的大部分能量耗散在冲击波上，且辐射穿透低大气层时衰减较快，因而造成大范围电性威胁的主要是高空 NEMP。中等强度的高空核爆在数千千米外上空的峰值场强高达数万伏每米，而近地爆炸仅为 10V/m 量级。因 NEMP 的上升时间比雷电脉冲（1 μs）快得多，通常的雷电防护措施不足以防护 NEMP。美国曾提出的屏蔽要求是对 10 kHz 频率的衰减为 60 dB。(2) 核爆侦察。所有核爆效应中，NEMP 传播最快最远，但经远距离传播后，与雷电脉冲的波形和频谱愈趋接近，检测识别困难愈大。（撰写：熊皓 审订：童志鹏）

hefanyingdui wencha fadianqi

**核反应堆温差发电器** nuclear reactor coupled thermoelectric generator 一种将核反应堆裂变产生的热转换成电能的发电器件。主要由核反应堆系统和温差电换能系统组成。由于核反应堆温差发电器结构紧凑，同等体积时输出功率较大、可靠性较高，可用于空间飞行器的大功率推进电源。美国正在研制的核反应堆温差发电器（SP−100）中，反应堆活性区产生的热，由钠钾冷却剂传递给热交换器，经过温差电元件而发电，余热则转移给二次钠回路，再传递到热辐射器上，向空间排放。（撰写：张建中 审订：李文滋）

hefushe jishuguan

**核辐射计数管** nuclear radiation counter tube 测量核辐射中的α、β、γ、X 和中子等各种射线及宇宙射线的脉冲放电管，是粒子探测器的眼睛。绝大多数为同轴圆筒形结构、电场极不均匀。中心电极为阳极，收集电子流。同轴外圆筒为阴极。密封的管壳由玻璃、金属或陶瓷等制成。一旦核辐射粒子进入灵敏区，就使管内气体电离，电子被阳极收集产生脉冲信号输出实现计数。输出脉冲幅值与入射粒子的能量成正比。计数率 $N$（单位时间的计数次数）随脉冲幅值变化的半脉宽与幅值之比称为能量分辨率。在一定辐射粒子强度照射下，电压与计数率 $N$ 的关系称为坪特性。如图所示。给定坪特性条件下计数管能达到的极限计数率为最大计数率，工作状态时并非由辐射粒子产生的计数率为本底计数率。寿命以能够正常工作的脉冲次数累计。分为正比计数管和盖革计数管两大类。盖革计数管又分为有机计数管和卤素计数管等。有机计数管工作电压高达 950 V、最小坪长约 220 V，寿命约 $10^8$ 次，工作温度 −20～150℃。卤素计数管工作电压约 420 V，坪长约 100 V、寿命 $10^9$ 次以上、工作温度低至 −80℃，用于核爆炸、高能物理、宇宙射线、考古等科学研究、战场监测和个人防护、工农业生产等很多方面。（撰写：周志伟 审订：廖复疆）



计数管坪特性曲线

heike

**黑客** hacker 又称电脑黑客。泛指未经许可进入或访问计算设施或网络的人。他们往往对操作系统、软件或互联网的安全性异常感兴趣，有的可能是一些技术娴熟的、怀有恶意的计算机迷。黑客行为包括：侵入系统、侵入并窃取信息、侵入并破坏/修改系统或数据、侵入并控制系统、侵入并使系统瘫痪、未侵入但伪造用户信息（如发送多余邮件或新闻）、未侵入而实施恶作剧或释放恶意程序等。黑客常使用的攻击手段包括：利用缺省账户、通过网络监听或猜测获取系统口令、寻找和利用操作系统或网络系统漏洞、利用特洛伊木马程序或系统漏洞获取系统特权等。对抗黑客攻击成为计算机网络安全的重要课题，攻击技术的多样性要求在不同的网络层次上采用多种保护技术，从而促进了网络安全保护技术的发展。（撰写：蒋继洪 审订：穆良知）

hongbaoshi jiguangqi

**红宝石激光器** ruby laser 以红宝石（$Cr^{3+}$：$Al_2O_3$）为工

作介质的固体激光器。它是世界上最早诞生的激光器。增益介质为在红宝石($Al_2O_3$)基质中掺入 0.05% ~ 0.1% 的激活离子 $Cr^{3+}$。室温下输出波长为 694.3 nm。红宝石激光器属三能级激光系统，为了建立粒子数反转分布必须将基态中 50% 以上的粒子数激发至亚稳态能级，因此其工作阈值较高。Q 开关红宝石激光器输出脉冲峰值功率可达数十兆瓦，脉宽 10 ~ 20 ns。锁模红宝石激光器输出超短脉冲，峰值功率可达吉瓦级，脉宽可达 10 fs。由于它输出可见光，且相干长度较长，在动态全息、相干测量、医学等方面有应用。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

hongwai chengxiang

**红外成像** infrared imaging　将景物辐射或反射的红外能量的分布状态加以记录，并转换成可见光图像的技术。红外成像按红外线来源，分为主动式红外成像和被动式红外成像。前者需用红外光源照射景物，后者不需红外光源。红外成像具有揭示人眼看不到的热现象的能力，广泛应用于军事，如夜间观察、空中和地面侦察、红外跟踪和制导、探测伪装等，在工业、气象、医疗、环境监测和资源勘探等部门也得到了应用。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

hongwai chuanganqi

**红外传感器** infrared transducer　能够感受红外线并能将其转换成为电信号的传感器。红外传感器是根据光电效应原理制成的。在红外光的照射下红外敏感器件产生一个与红外光特性相对应的电信号并输出，以此完成对红外光的传感作用。在类型上，红外传感器分为热辐射式和光电效应式两类。前者是利用物体温度变化引起的各种效应来探测辐射的存在，已应用于热源探测和非接触式温度测量；后者是用化合物半导体材料（如 InSb、HgCdTe、PbSnTe 等）制成的，它将入射的红外辐射直接转换为传导电子（或空穴）；输出便于处理的电信号。在其结构上，红外传感器是由红外敏感元器件与相应的电路和机械结构构成的，其主要用途是热成像、温度测量、气体分析等。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

hongwai fushe cewenyi

**红外辐射测温仪** infrared radiation thermometer　利用斯忒藩—玻耳兹曼定律研制的温度计。其数学表达式为

$$E_0=\sigma T^4$$

式中 $E_0$ 为全波段辐射能力；$\sigma$ 为斯忒藩—玻耳兹曼常数；$T$ 为物体热力学温度。由此可知，物体温度越高，辐射功率越大，只要知道物体温度，就可算出它所发射的功率。反之，如果测出物体所发射出来的辐射功率，则用上式就可确定它的温度。红外辐射测温的特点是非接触测温，不破坏被测物体的温度场。这样可以对远距离、带电及其他不可接触的目标进行温度测量，具有反应速度快、灵敏度高、测量范围广等特点。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

hongwai ganrao

**红外干扰** infrared jamming　采用辐射、散射、吸收红外能量，破坏或削弱敌方红外设备正常工作能力的一种电子干扰。红外干扰的主要对象是红外制导武器、红外侦察告警、红外搜索跟踪等系统和设备。红外干扰分为红外有源干扰和红外无源干扰两种方式。红外有源干扰是利用己方红外设备和器材，发射与敌方红外系统或设备工作波段相应的红外辐射，压制或欺骗敌方红外装备。用于干扰红外制导导弹的红外干扰机、红外诱饵等属于红外有源干扰方式。红外无源干扰本身并不发射红外能量，利用吸收或散射红外辐射能量，或人为改变目标的红外辐射特性，使敌方红外装备效能降低或受骗失效。如采用红外烟幕、热屏蔽、低反射率涂料及伪装等技术，以降低敌方红外探测系统及红外制导系统的发现概率，都属于红外无源干扰。在现代高技术战争中，红外干扰获得广泛应用，技术不断提高，装备不断改进。

（撰写：王柏林　审订：徐国范）

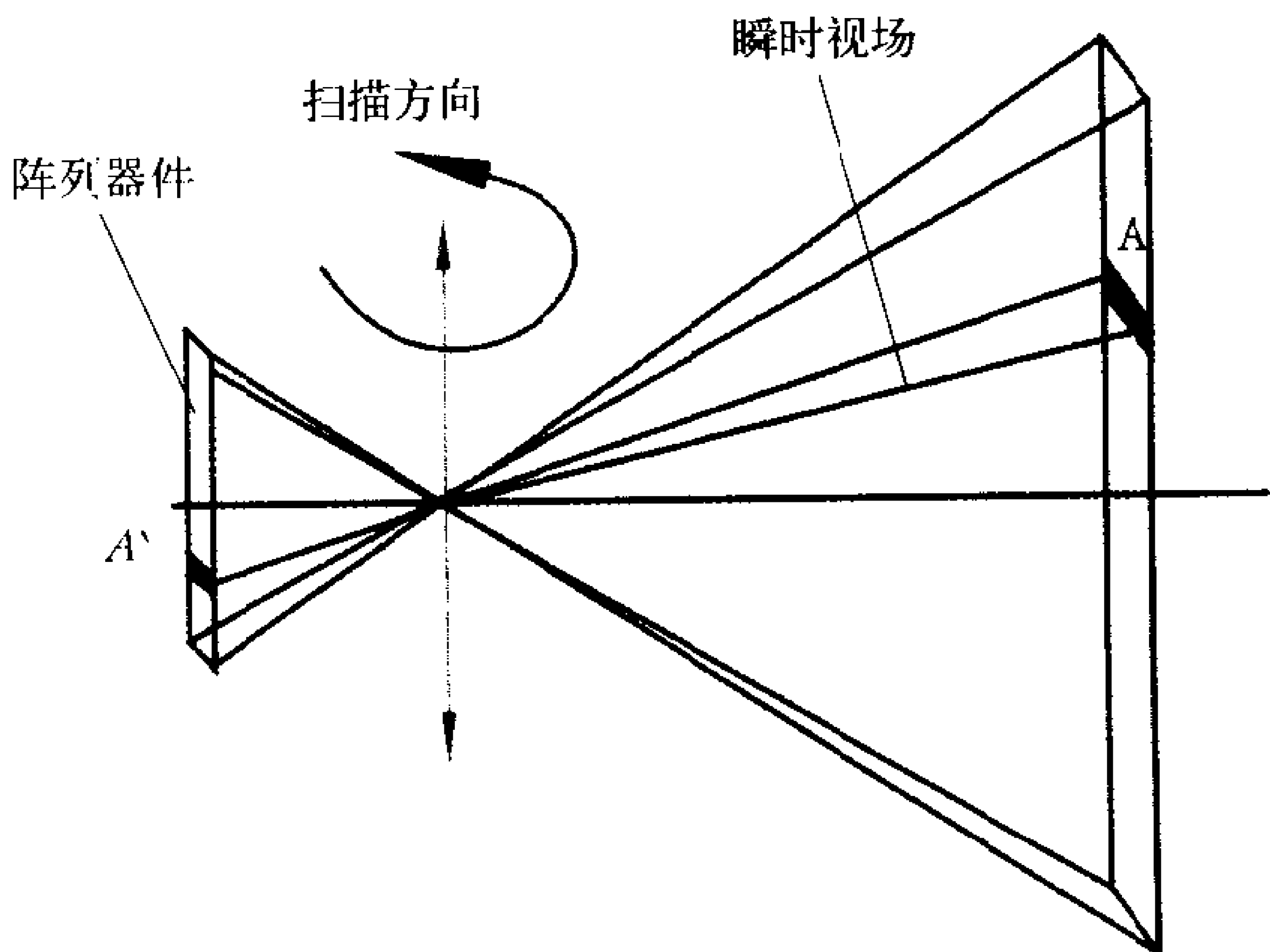
hongwai ganraoji

**红外干扰机** infrared jammer　产生并发射红外干扰信号，用于破坏或削弱敌方红外制导系统正常工作的一种光电干扰设备。按调制方式分为机械调制红外干扰机和电调制红外干扰机；按平台载体分为机（固定翼飞机、直升机等）载红外干扰机和车（坦克、装甲车等）载红外干扰机。红外干扰机主要由光源、调制器、电源、控制器及控制显示器等组成。它产生并发射红外干扰信号，照射红外导弹导引头，使导弹产生虚假信息，不能正确截获目标或降低跟踪精度，或使导弹致眩甚至致盲，不能产生正确的制导指令而偏离攻击目标。红外干扰机主要用于平台自卫，安装在飞机、坦克等平台上，保护平台免受红外制导导弹的攻击。红外干扰机具有可长时间连续工作、为平台提供作战全过程防护、干扰多种红外导弹、可重复使用及可重编程等特点。目前装备的红外干扰机采用广角发射红外干扰信号，能量分散。随着红外制导技术的快速发展，红外干扰机性能将不断提高。主要是减小发射光束束散角，集中发射干扰能量。定向红外干扰是红外干扰机的发展方向。

（撰写：王柏林　审订：徐国范）

hongwai gaojing

**红外告警** infrared warning　对敌方目标的红外辐射进行截获、实时分析和识别，迅速判明其威胁程度，并按预定的判断准则及时报警的技术。红外告警技术按其工作方式可分为两类，即扫描型和凝视型。如图所示，扫描型的红外探测器采用线列器件或单元器件，靠光机扫描装置对特定空间进行扫描，以发现目标。凝视型采用红外焦平面阵列，通过光学系统直接观察特定空间。红外告警按其探测波段可分为中波告警和长波告警以及多波段复合告警，中波一般指 3 ~




扫描型红外告警的空间扫描原理图

5 μm 波段，长波指 8～14 μm 波段。红外告警按设备装载平台分为机载、舰载和车载等几类。从红外告警的关键器件和技术体制来看，红外告警向着凝视型焦平面阵列方向发展。在战术技术性能方面，其发展趋势是进一步降低虚警率、提高探测距离、扩大搜索视场和增强多目标处理能力。

（撰写：孙 静　审订：董军章）

hongwai guangxian

**红外光纤** infrared optical fiber 用于传输红外光信号的光导纤维。主要有两大类：⑴卤化物光纤。包括卤化铊、卤化银和碱金属卤化物三种，具有较宽的透光范围，对 5.3 μm 和 10.6 μm 高功率 CO 和 $CO_2$ 激光波长透过率高。一般采用混合卤化银拉制光纤以改善其机械性能和光分解。⑵硫系玻璃光纤。其红外截止波长在 10 μm 左右，实际应用波段在 5～6 μm 以下，以 Se、Te 化合物为主的红外光纤，其截止波长可延伸至 16～20 μm。硫系光纤具有较低本征损耗（10.6 μm 处为 $10^{-3}$ dB/km）、化学稳定性、力学性能、可挠性亦较好，可用于传输中、远红外信号，也可用于热成像、温度传感、摄像、激光传输等方面。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

hongwai hangsaomiaoyi

**红外行扫描仪** infrared line scanner 采用与飞行体飞行方向垂直的一维扫描，并通过飞行体飞行完成另一维扫描的星载或机载红外成像系统。它由行扫描器、光学系统、红外探测器及制冷器、信息处理及显示、记录装置等组成（见图），用于天基或空基的军事侦察，如侦察地下导弹发射井、机场、兵营、基地、桥梁、铁路、舰艇等军事目标。



红外行扫描仪

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

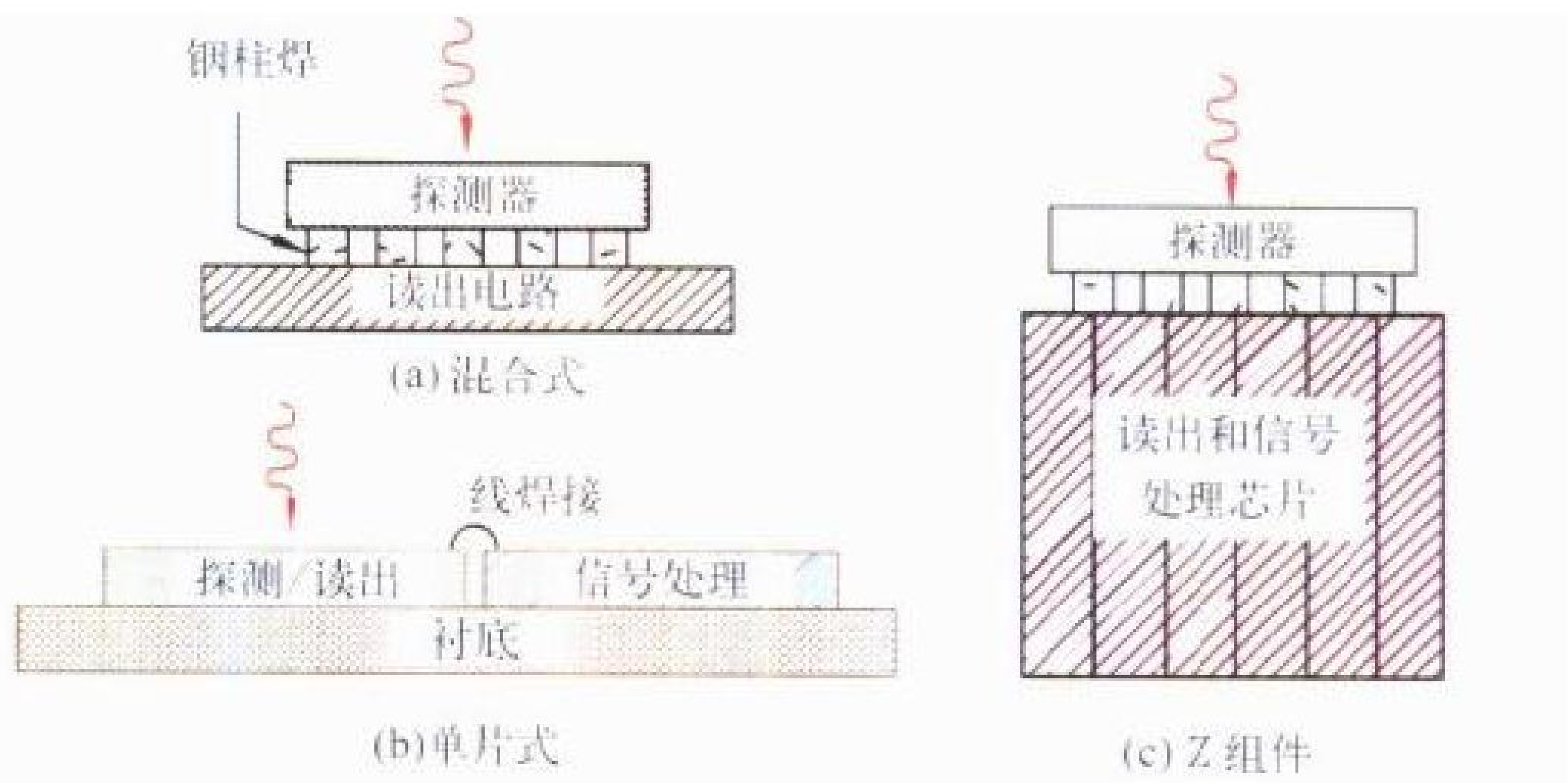
hongwai jiaopingmian cailiao

**红外焦平面材料** infrared focal plane array materials 用于研制红外焦平面探测器阵列的材料。按红外焦平面的结构可分为：⑴单片式，采用 HgCdTe、InSb 等窄带半导体材料制作 CCD 或 CID 器件。将探测与信号处理在同一材料上完成。⑵混合式，用探测器材料制作红外探测器阵列，以 Si 材料利用大规模集成电路工艺制作信息处理电路，二者耦合在一起，分别完成探测与信息处理功能。按制冷方式可分为低温工作的制冷型红外焦平面材料（通常为光子探测材料）和室温工作的非制冷型红外焦平面材料（通常为热探测材料）。按探测器工作波段分，则有应用于 1～3 μm、3～5 μm 和 8～14 μm 三个波段的材料，通常采用光子型探测材料如 InSb、HgCdTe 等。红外焦平面探测器已广泛应用于红外成像跟踪、制导预警、前视红外侦察、搜索等各种军事系统中，并大大提高了系统的性能，被认为是新一代的红外系统。发展红外焦平面探测器及其材料，并以研制与发展 HgCdTe 混合式和非制冷型的红外焦平面作为当前红外焦平面发展的主攻方向。

（撰写：陈世达　审订：沈能珏）

hongwai jiaopingmian zhenlie

**红外焦平面阵列** infrared focal plane array (IRFPA) 红外探测器阵列芯片与信号处理芯片相集成，同时具有探测功能和探测信号的多路传输等处理功能的红外探测器。多种光子探测器和热探测器均可制成不同响应波长范围的红外焦平面阵列，但重点是第二代热成像技术采用的中波和长波红外焦平面阵列。其按工作方式分为扫描型和凝视型两类；按结构分为混合集成、单片集成和 Z 组件（三维组件）三种（见图），前二者亦称平面集成。红外焦平面阵列具有重要的军事应用价值。参见红外探测器。

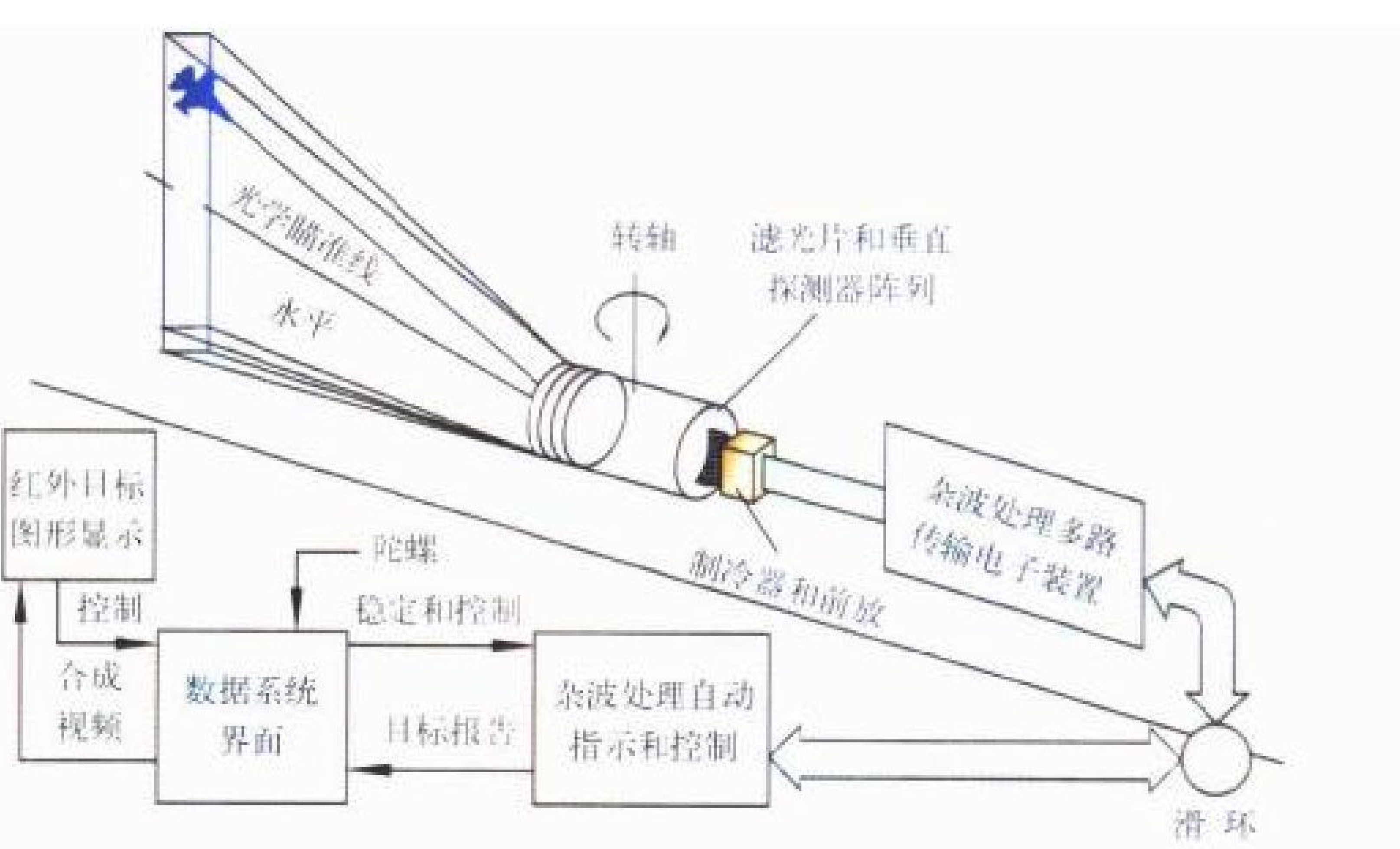



红外焦平面阵列的三种结构

（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

hongwai sousuo genzong xitong

**红外搜索跟踪系统** infrared search and track system (IRST) 对给定区域内的目标进行搜索、捕获和跟踪的红外装置。一般属于点目标探测，主要用于机载或舰载对空中或海面目标进行搜索和跟踪。它包括光机扫描装置、红外探测器、信息处理器、角跟踪器和伺服机构等（见图）。红外搜索跟踪系统




典型红外搜索跟踪系统原理图

可以同时跟踪多个目标，作用距离比前视红外系统远。由于电子战技术和隐形技术日趋成熟，反辐射导弹威胁日益严

重，致使传统的雷达有可能失效，因而更显示出红外搜索跟踪系统的重要性。（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

hongwai tanceqi

**红外探测器** infrared detector 用于探测红外辐射的光探测器。按工作原理的分类与光探测器的分类相同。其中，红外内光电效应探测器主要有本征与非本征光电导、光伏、光磁电和量子阱等四种。红外探测器按结构分成单元探测器、多元探测器和焦平面阵列；按工作温度分成制冷和非制冷探测器。其探测波长范围划分为近红外（700～1000 nm）、短波红外（1～3 μm）、中波红外（3～5 μm）、长波红外（5～14 μm）、超长波红外（14 ～ 30 μm）、远红外（30 ～100 μm）和亚毫米波（100～1000 μm）。对于被动红外探测的各类应用而言，重点开发的是与1～3 μm、3～5 μm、8～14 μm 三个大气透射窗对应的器件，尤其是中波红外和长波红外。红外探测器的军事应用在各种光探测器中占首要地位，业已进入采用焦平面阵列的先进热成像技术的阶段。红外探测器的主要军事应用包括预警与监视、侦察与夜视、制导、导弹拦截、火控、电子对抗等，对于陆、海、空、天一体化的高技术战争，夺取信息战优势和实施精确打击，具有重要价值。（撰写：董培芝 审订：韩建忠）

hongwai tanceqi cailiao

**红外探测器材料** infrared detector materials 制作红外探测器的材料。可分为：⑴光子探测器材料，光子直接与材料中的电子相互作用而产生光电效应。目前军事应用主要在1～3 μm、3～5 μm 和8～14 μm 红外波段，相应的探测器材料有1～3 μm 的 PbS、HgCdTe，3～5 μm 的 InSb、PbTe、Pt : Si、HgCdTe 和8～14 μm 的 HgCdTe 等材料。⑵热探测器材料，材料在吸收红外辐射后引起温度变化从而改变材料的某些物理特性，利用这些与温度有关的性质而研制的红外探测器为热探测器，目前应用的主要有硫酸三甘钛、钽酸锂、铌酸锂、钛酸铅、钛酸锆铅、铌酸锶钡等。目前红外探测器已广泛应用于军事侦察、跟踪、制导、预警、前视红外、气象及资源探测等。HgCdTe 材料是当前最重要的红外探测器材料，随着应用需求的发展，人们正在探索与研制如超晶格、量子阱、超导等新型的红外探测器材料。（撰写：陈世达 审订：沈能珏）

hongwai yinxin ganrao

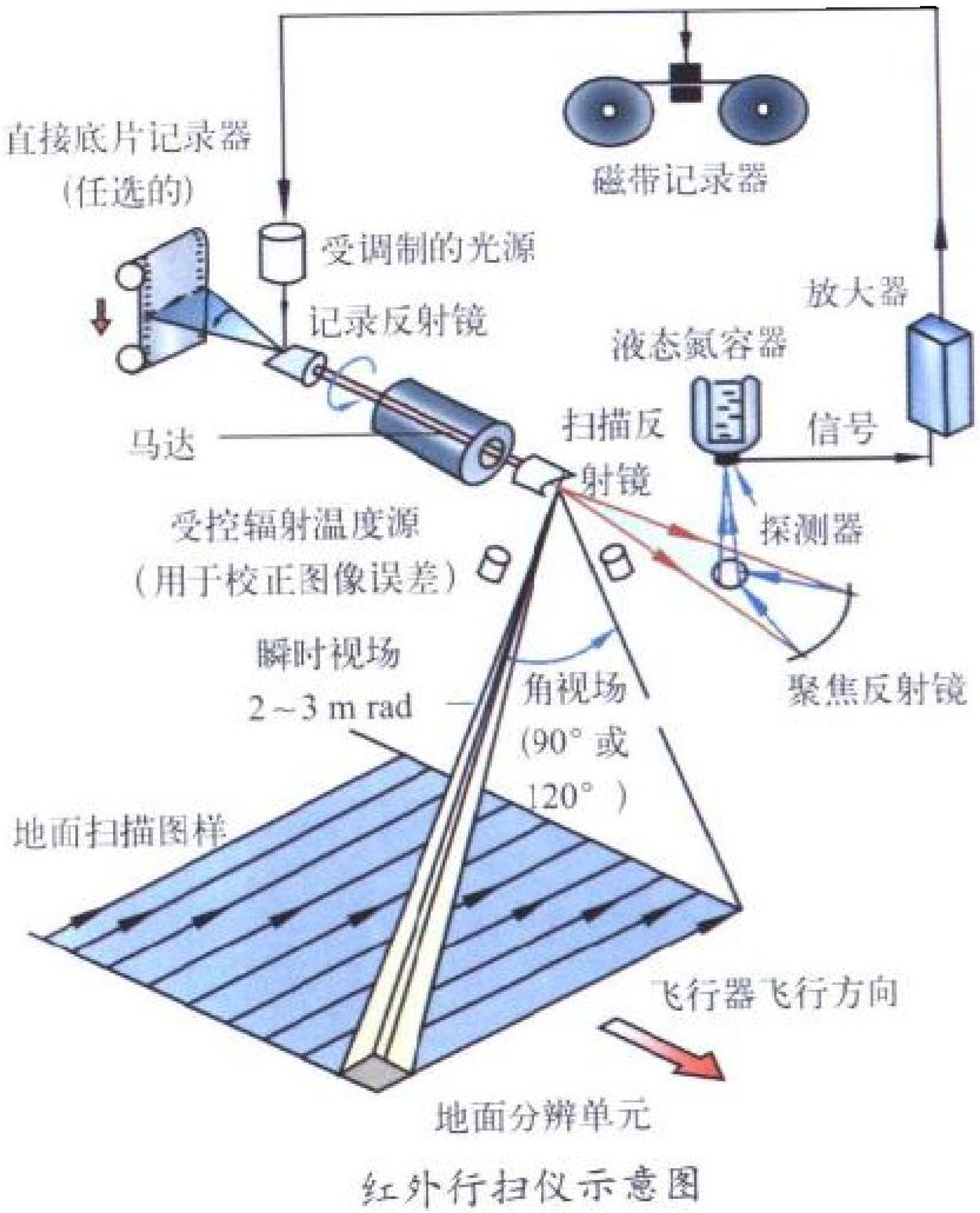
**红外引信干扰** infrared fuse jamming 光电引信干扰的一个重要组成部分，是采用人为设置干扰源的方式，扰乱或破坏红外引信的正常功能，使之失效的一种干扰技术。其对抗目标是装备有红外引信的导弹、炸弹或炮弹等各种攻击性武器。红外引信干扰主要以目标欺骗对抗方式为发展方向，红外干扰源的辐射光谱范围应能覆盖红外引信的工作波段，采用高强度的红外辐射，压制被攻击目标本身产生的红外辐射，覆盖引信的红外敏感系统，使引信的红外敏感系统在目标识别过程中产生误判，而提前输出引爆信号，使来袭威胁目标早炸，达到保卫被攻击目标的目的。目前红外引信的工作波段大多在1～5 μm 之间。为了提高红外引信的抗干扰能力，红外引信的工作波段开始向8～14 μm 的长波段、紫外和红外双波段的方向发展，这就要求红外引信对抗技术也应向着能够覆盖整个红外波段的方向发展，同时应进一步提高红外干扰源的辐射功率和自动化程度，使红外引信对抗具有综合对抗能力，以满足未来战场上光电对抗作战的需求。（撰写：侯振宁 审订：徐国范）

hongwai yujing

**红外预警** infrared early warning 利用星载或机载红外探测设备早期发现和跟踪敌方弹道导弹、人造地球卫星、飞机等目标，并能迅速提供预警信息的技术。主要是在预警卫星或预警机上采用红外探测技术，对陆基和潜射弹道导弹进行预警。其特点是：发现目标早，预警时间长，发现概率高，作用距离远，能测定目标运动参数，目标的信息能迅速传到指挥中心和拦截系统，供指挥机构决策。（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

hongwai zhencha

**红外侦察** infrared reconnaissance 利用目标自身的红外辐射特性及红外反射特性，获取战场情报的一种电子侦察手段。红外侦察分为主动侦察和被动侦察两类：主动侦察是向目标发射红外光，利用目标反射的红外能量及其分布特性获取目标特征参数；被动侦察是直接探测目标本身的红外辐射，利用目标的红外辐射特性来鉴别目标的性质与类型。典型红外侦察设备有红外告警接收机、红外照相机、红外夜视仪、红外行扫仪（见图）、红外热像仪、红外前视设备等。



红外行扫仪示意图

（撰写：朱秀丽 审订：董军章）

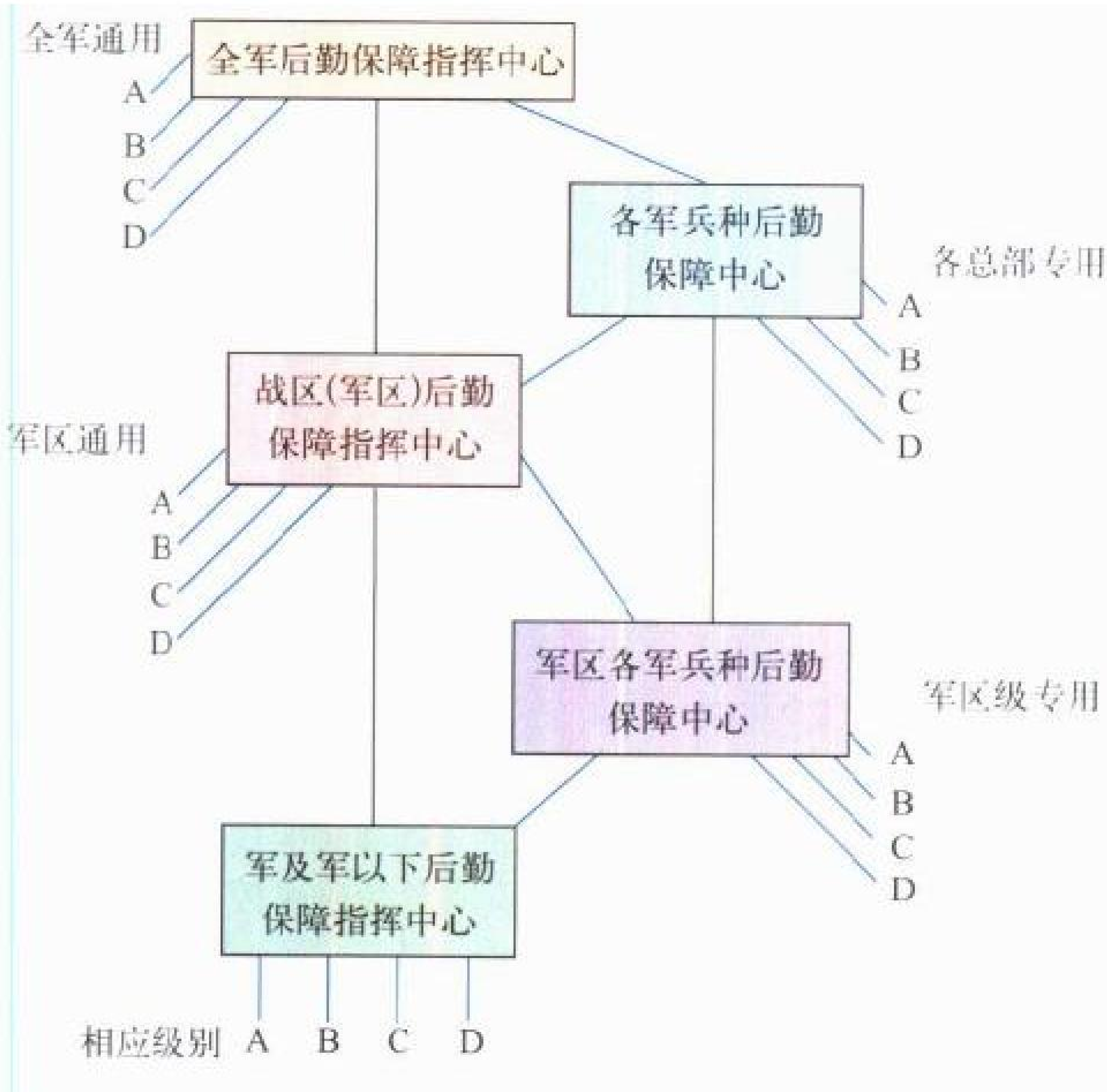
houfangzhen

**后仿真** post-simulation 在 PCB 物理版图设计，特别是布线设计完成之后的仿真。主要内容就是在正式提交生产制造之前做最后一次设计质量把关。它是前面电路设计中电路功能模拟的深入具体化，它将对电路的主要电气功能进行确实评价和最终认可。后仿真是指在最终完成版图设计布局布线之后，设计软件会根据版图数据及各种基本电气规则原理反向提取或计算出电路中连线的延迟数值和各种分布参数值，反标注到原来电路图对应的节点上，与原来参数库中的各种延迟及参数值汇总在一起，用同一工具进行比前仿真更为准

确的功能后仿真。如果原来的库参数和反向提取比较准确的话，后仿真结果反映的就应该是将来PCB加工制造组装完成之后的真实情况下的系统与电路电气特征。后仿真完成之后或者是比较困难时，就进行各种必要的后分析，以确保万无一失。主要包括以下三个方面：(1)性能分析，包括故障率、噪声、串扰分析和可靠性方面的分析；(2)电磁兼容分析与设计，包括电磁泄漏干扰场强、屏蔽效果等；(3)热分析、热设计，包括散热情况分析和散热措施的效果评价。当仿真和分析完成之后，就应该进行各种必要的格式验证，包括与CAM的接口要求；要完成可制造性工艺设计、可测试性设计、可靠性设计、可维修性设计等，以实现面向多种用意的设计(DFX)。 （撰写：李玉山 审订：周志春 周德俭）

houqin baozhang zhihui xitong

**后勤保障指挥系统** logistic support command system 辅助后勤人员完成后勤保障任务的自动化系统。后勤保障分为通用保障和专用保障两类。通用后勤保障又称为联勤，在全军和军区（战区）两级实现。专用保障指从总部、军区、集团军及以下各军兵种的专用后勤保障。后勤保障内容分为物资保障（含油料保障）、医疗卫生保障、军事运输保障以及财务保障等四类。多级后勤保障指挥中心的组成关系如图所示。




多级后勤保障指挥系统体系结构图

A—物资保障指挥中心；B—油料保障指挥中心；
C—医卫保障指挥中心；D—军运保障指挥中心

后勤保障指挥系统的主要子系统及其功能包括：(1)情报收集处理子系统，收集处理战场态势感知和我方参战部队在作战过程中对武器装备/军用物资的需求信息；(2)后勤保障业务处理子系统，包括基本管理、物资保障、技术保障、医卫保障、军运保障等五类；(3)技术支持子系统，包括数据库管理、图形处理、文电处理、大屏幕显示和系统监控等；(4)平台与通信子系统，包括计算机网络平台、装载平台、数据通信和话音通信等；(5)决策指挥子系统，完成后勤物资保障、技术保障、医卫保障、军运保障等以及实施保障指挥。后勤保障是实现作战力量在战场空间中主导机动的基础。1996年美国参谋长联席会议颁布的《2010联合构想》提出了联合作战中"集中后勤"(focused logistics)新概念，它要求将信息、后勤物资与部队、运输手段融为一体，增强物资可视性，减少后勤保障部队规模，降低补给线所受威胁。摒弃过去大规模前沿部署后勤支援系统和多军种垂直补给的方式，使用现代化信息网络，采用分基地后勤、限时再补给、空中快运和军种交叉支援等方法组成新的后勤保障体系。 （撰写：赵宗贵 审订：何 松）

hubu MOS chengxiang zhenlie

**互补MOS成像阵列** complementary MOS (CMOS) imaging array 采用CMOS工艺制成的无源像元和有源像元成像阵列。前一种阵列的像元由一个光电二极管或MOS电容器与一个晶体管构成，信号电荷的放大器在阵列之外，光敏元的信号电荷由水平和垂直扫描寄存器开关传输给读出线。这种阵列通常可分辨256～10000灰度级，相应信噪比均在40～80 dB之间。后一种阵列的每个像元有一个有源元件（至少是由一个或多个CMOS晶体管组成的放大器），并可将完成不同功能的多个元件集成在芯片上，其噪声较低、功耗极小，但充填因子小。有源像元CMOS阵列还可作为信号处理电路与成像CCD组合。 （撰写：董培芝 审订：韩建忠）

hucaozuoxing

**互操作性** interoperability 美军参谋长联席会议1994年出版的《军事及相关术语辞典》中的定义：互操作性——系统、单位或部队向（从）另一系统、单位或部队提供（得到）服务的能力，使用这些能力使它们得以有效地协同工作。美国国防部在1986年修订的关于互操作性的指令(MOP160)中还给出了一种替代性的、比较狭义的说法：互操作性是通信与电子设备所达到的一种状态，在该状态下它们或它们的用户之间可直接地、满意地交换服务。当涉及到特殊情况时，对互操作的程度应作出规定。美军认为，部队的编成与规程要素、联合条令、标准、测试、办事程序、计划和培训都对互操作性的达成有重要的影响。技术互操作性是最主要的，但不能确保有效运行。指挥自动化系统互操作性的基础是参照ISO各层协议与应用层的接口及跨军兵种的、具有权威性的战术功能需求，以此导出统一的体系结构公共技术与规程。 （撰写：曹建文 审订：刘 兴）

hulian jiban jishu

**互联基板技术** interconnect substrate technique 又称功能化印制电路技术。印制电路板不仅起电气互连作用，而且由于它表面具有印制元件（如电阻、线圈等）或像厚膜电路一样，在基板上封装有源器件（如集成电路、大规模集成电路芯片），使其具有多功能作用。功能化印制电路主要有多层陶瓷线路板及有机介质的多层基板。有机介质的多层基板工艺特点像厚膜电路一样，直接将集成电路芯片或大规模集成电路芯片封装在基板上。多层陶瓷线路板采用烧结片法、印制堆积法等工艺，在陶瓷片上直接搭载大规模集成电路芯片形成多层载体。 （撰写：张星龙 审订：李成刚）

huahewu bandaoti taiyang dianchi

**化合物半导体太阳电池** compound semiconductor solar cell 用化合物半导体材料作为基体材料制成的太阳电池。由两种或两种以上的元素化合而成的半导体材料，统称为化合物半导体。许多化合物半导体既能掺杂为N型又能掺杂为P型，

这类半导体称为双极性半导体，如Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体GaAs等。还有一些离子性较强的化合物半导体，只能呈现N型或P型，称为单极性化合物半导体，如Ⅱ－Ⅵ族化合物CdS等。化合物半导体太阳电池的P－N结制作方法与单晶硅太阳电池有较大差异，可以利用成分偏离正常化学比的现象来控制材料的导电类型，从而实现化合物半导体P－N结的制备；也可以采用在某种半导体材料衬底上连续淀积N型半导体层和P型半导体层从而制备出P－N结，再附加上下电极、减反射膜，就成为化合物半导体太阳电池。Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体太阳电池的典型产品有GaAs太阳电池，Ⅱ－Ⅵ族化合物半导体太阳电池的典型产品有CdS太阳电池。

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

huaxue chuanganqi

**化学传感器** chemical transducer　能感受规定的化学量并转换成可用输出信号的传感器。化学传感器包括pH值传感器、气体传感器、离子敏传感器三大类。化学传感器的基本工作原理和结构是：利用设计出可控的化学或电化学原理的转换装置，将被测的化学物质或成分转换成可被直接测量的电量或间接测量电量。如pH值传感器是利用电化学原理，制备出两个可供测量用的电极，利用$H^-$在溶液中的活性在两极之间形成一定的电流，而此电流的大小与被测液体中$H^-$的浓度相对应，以此实现对液体的pH值的检测。

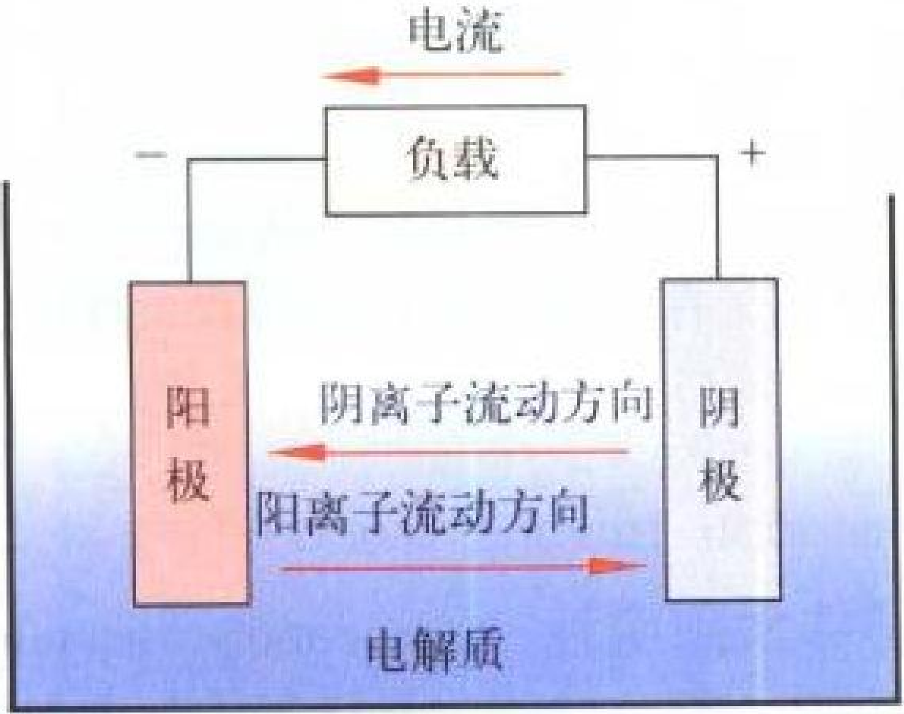
气体传感器的类型很多，有电阻型、电容型、光电型、电磁型等。根据原理不同，其工作方式与结构有着很大的差异。如对$CO_2$的测量，可用表面反应的半导体电阻型，也可用电极结构的电容型，也可利用其红外吸收特性的光电型。对于此类传感器的选用要根据被测介质、环境特点、测量精度以及经济成本来决定。

离子敏传感器种类很多，其工作原理主要有两大类，一类是荧光电离型离子敏传感器，一类是电化学式离子敏传感器。前者系统较大，价格较高，只适于实验室内使用，后者系统较小，价格较低，便于携带，可到现场使用。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

huaxue dianyuan

**化学电源** chemical power source　又称电池（battery, cell）。将物质的化学能通过电化学氧化还原反应直接转换成电能的一种装置或系统。化学电源的基本单元称为电池或单体电池，电池组是由两个或多个电池通过串联、并联组成的。电池是由三个主要部分组成的（见图）。电池的电化学过程如下：⑴负极（或称阳极）在电化学反应时，向外电路释放电子，自身被氧化。⑵正极（或称阴极）在电化学反应时，从外电路接受电子，自身被还原。⑶电解质是一种离子导体，它在电池内的正、负极之间移动，实现电荷（以离子形式表现）的转移。在上述电化学过程中，电池向负载提供电压和电流，即输出能量。一般电池采用酸、碱、盐的水溶液为电解质，锂电池通常采用不含水的有机或无机溶剂与无机盐形成的液体电解质，热电池采用熔融态的无机盐，某些电池也采用电池运行温度下呈离子导电的固体电解质。在实际电池中，正极和负极之间还应有隔膜，电池还应有壳体和带有正负极柱的盖子等，以构成一个完整的电池。根据实际应用的需要，电池的形状和结构可以是各种各样的，如圆柱形、扣式、扁平和方形等。从使用角度考虑，则将化学电源分类为原电池（又称一次电池）、蓄电池（又称二次电池）、贮备电池和燃料电池。




电池的基本组成和化学过程（放电）示意图

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

huaxue jiguangqi

**化学激光器** chemical laser　通过化学反应来实现粒子数反转的激光器。化学激光器可分为：纯化学激光器——不需要外界电能、热能或光能，而由化学反应本身的自由能维持反应的进行，并把化学反应释放的能量变成激光能量；传能化学激光器——由化学反应产生的激发态粒子经过非弹性碰撞（一般是共振转移），将激发能传递给另一种粒子，使之发生粒子数反转而产生激光。化学激光器的工作粒子能级跃迁有下列三类：⑴原子的电子能级跃迁，如I、Br、F；⑵分子的振动—转动能级跃迁，如HCl、HF、HBr、DCl、DF、DBr、CO、$CO_2$、$N_2O$；⑶自由基的振动—转动能级跃迁，如OH、NO、CN。由于化学物质本身蕴藏着巨大的化学能，当化学能直接转换为受激辐射时，就可能获得高能激光。常见的化学激光器及其波长为：HF激光器，2.7～3.3 μm；DF激光器，3.6～4.2 μm；氧碘化学激光器（COIL），1.315 μm。化学激光器效率高、输出能量大，但结构复杂、体积庞大，在激光加工及激光武器方面有重要应用。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

huaxue qixiang dianji

**化学气相淀积** chemical vapor deposition (CVD)　由气相或蒸气相纯化学过程生成元素或化合物薄膜的技术。CVD工艺的特点：⑴成膜温度低；⑵膜成分精确可控；⑶膜结构完整、致密。除一般常压CVD外，为提高产量，又发展了低压CVD（LP－CVD）；为改善薄膜质量又有等离子体CVD（PCVD）、激光CVD（LCVD）、金属有机CVD（MOCVD）等。该技术用于制作各种导电膜如多晶硅、非晶硅；半导体膜；绝缘膜如氧化硅、氮化硅、磷硅玻璃等；此外也可用于制作磁性材料膜以及超导体膜等。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

huaxueshu waiyan

**化学束外延** chemical beam epitaxy (CBE)　将分子束外延和金属有机化学气相外延结合起来的超薄层材料生长技术。它集中了MBE的超高真空条件和原位监测技术，采用金属有机化合物（MO）和非金属氢化物等气体作源以取代MBE中的固态元素源，即将MO源和$AsH_3$、$PH_3$等通过喷口形成分子束流进入生长室，直接喷向衬底，经热裂解形成的Ga、In、Al等金属原子，与热裂解的As、P等非金属原子在衬底表面经过吸附、化合、表面迁移等一系列物理、化学过程进行外延。CBE中采用质量流量计控制气态源流量，所以组分

准确可控；利用挡板开关束流，可获得超薄外延层和突变界面，可生长异质结；高真空环境保证清洁；原位监测进行质量控制。此外它特别适合于 MBE 难以生长的具有高蒸气压的含磷化合物，因此可生长 InGaAsP 等四元化合物材料，且消除了使用固态 Ga 源而产生的椭圆缺陷。CBE 设备昂贵，有机化合物的使用可能引入碳沾污。

（撰写：孔梅影　审订：沈能珏）

huapian fengzhuang shebei

**划片封装设备**　dicing and packaging equipment　半导体器件和集成电路生产线后道工艺中两种主要的工艺设备。划片机是将已制备好的集成电路圆片分割成单个 IC 芯片的专用设备。有高硬度合金刀划片机、金刚石砂轮划片机和激光划片机三类，目前主要使用金刚石砂轮划片机。金刚石砂轮划片机利用边沿镀有金刚石粉的圆形刀片高速旋转将圆片上的芯片分割开来。激光划片机采用激光束聚焦在圆片表面产生高温使半导体材料气化而将芯片分割开来。激光划片机易出现熔化的半导体颗粒粘在芯片上，所以很少在 IC 生产线上使用。封装设备是将集成电路或半导体器件芯片密封起来的设备。封装设备有储能焊机、环形和平行缝焊机、塑封压机等。根据可靠性等级和成本要求，采用不同的封装外壳和封装方法。这两类设备型号繁多，生产线上用的设备已达到高度的自动化。

（撰写：乔宝文　审订：陈效建）

huayin bianma

**话音编码**　speech coding　将话音（模拟信号）变换为数码串的技术。其逆为解码。话音编（解）码是话音数字通信和话音自动控制所必需的。可分为两大类型：波形编码和参数编码，兼有二者特征的称为混合型编码。典型的波形编码是 PCM（脉码调制），它首先在一系列时间点上对话音波形取样（遵从取样定理），成为离散的样串，然后对每个样值进行量化，用一个码组表示这个值，形成码串；参数编码基于话音产生与人耳感知机理，先提取话音的主要参数，再将这些参数分别编码，其典型模式是声道声码器。采用哪种编码技术，要根据对音质、传输、组网、安全性、综合业务和成本等需求来确定。一般说，编码率高，则音质好，但传输不经济；码率低，则传输经济，但音质变差，实现起来也稍复杂（成本高）。好的编码技术体现了对音质、码率和复杂度的合理折衷。对编（解）码质量的综合评定指标有：话音编（解）码后的单词清晰度（对孤立汉语单词的正确听辨率）和话音自然度（表示原始话音特征的能力）。目前还常用 MOS 法，即对上述指标的平均印象打分来评定。由于话音编码应用广泛，人们对它的数码率、质量指标、质量测评乃至实现途径等，均制定并不断更新着一系列的国际标准和大区（如欧洲）及国家标准。目前单路话音编码的实用数码率范围是 64～2.4 kb/s。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

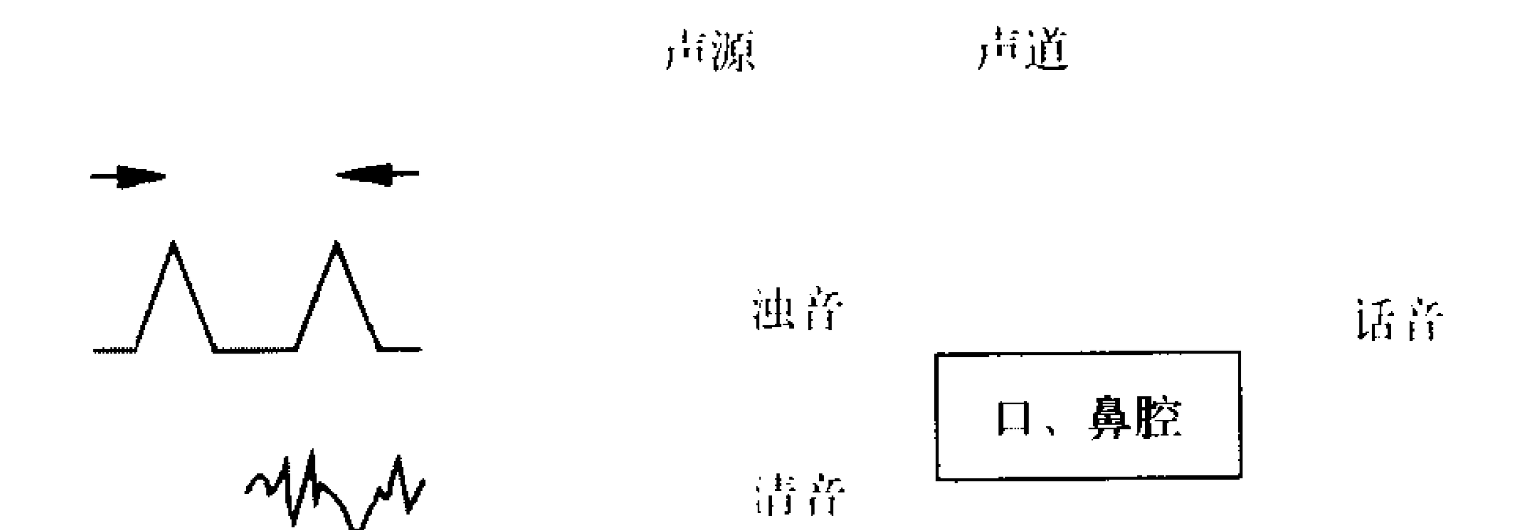
huayin boxing bianma

**话音波形编码**　speech waveform coding　直接按照话音波形进行精确表征的编码技术。要求话音经编（解）码后的波形与原始波形尽可能相同（波形保真）。不相同的部分视为噪声，“信号/噪声”反映了编（解）码后音质的优劣，是衡量编（解）码质量的一个重要指标。典型的波形编码有脉码调制（PCM）、增量调制（DM）和线性预测编码（LPC）。在规定码率内做到波形高保真，须提高码的利用率，途径有二：(1) 合理分配码率，如已知话音样串中的大样值出现概率小，小样值出现概率大，于是在 PCM 中对样值进行 μ 律或折线律压缩，实质上是以相对较少的码表征大样值（量化细致），节约了码子，而又不明显影响听感；(2) 利用话音样值前后的统计相关性，把现时样值与其前的样值关联起来，对其间的差值编码，可大大节省码子，据此提出了DPCM（差分 PCM、ADPCM（自适应 DPCM）和预测编码。DM 实质上是单比特的 DPCM（只用 1 个比特表征差值），虽粗糙，但因简单，对信道要求又不高，也得以广泛应用，如码率为 32～16 kb/s 的连续可变斜率 DM，就是较成功的一种。单路话音的波形编码码率为 64～4.8 kb/s 范围，当前常用的是 64～16 kb/s。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

huayin canshu bianma

**话音参数编码**　speech parameter coding　提取话音的主要参数并编码，收信端用这些参数“合成”话音的技术。它可以大大压缩码率。主要用于窄信道话音通信、高强度抗干扰通信、话音存储、语音识别等。它追求合成话音的良好听感，而不是波形保真。关键技术是参数提取（分析）而不是编码本身。人的发声系统模型见图。人讲话时，气流经过喉头



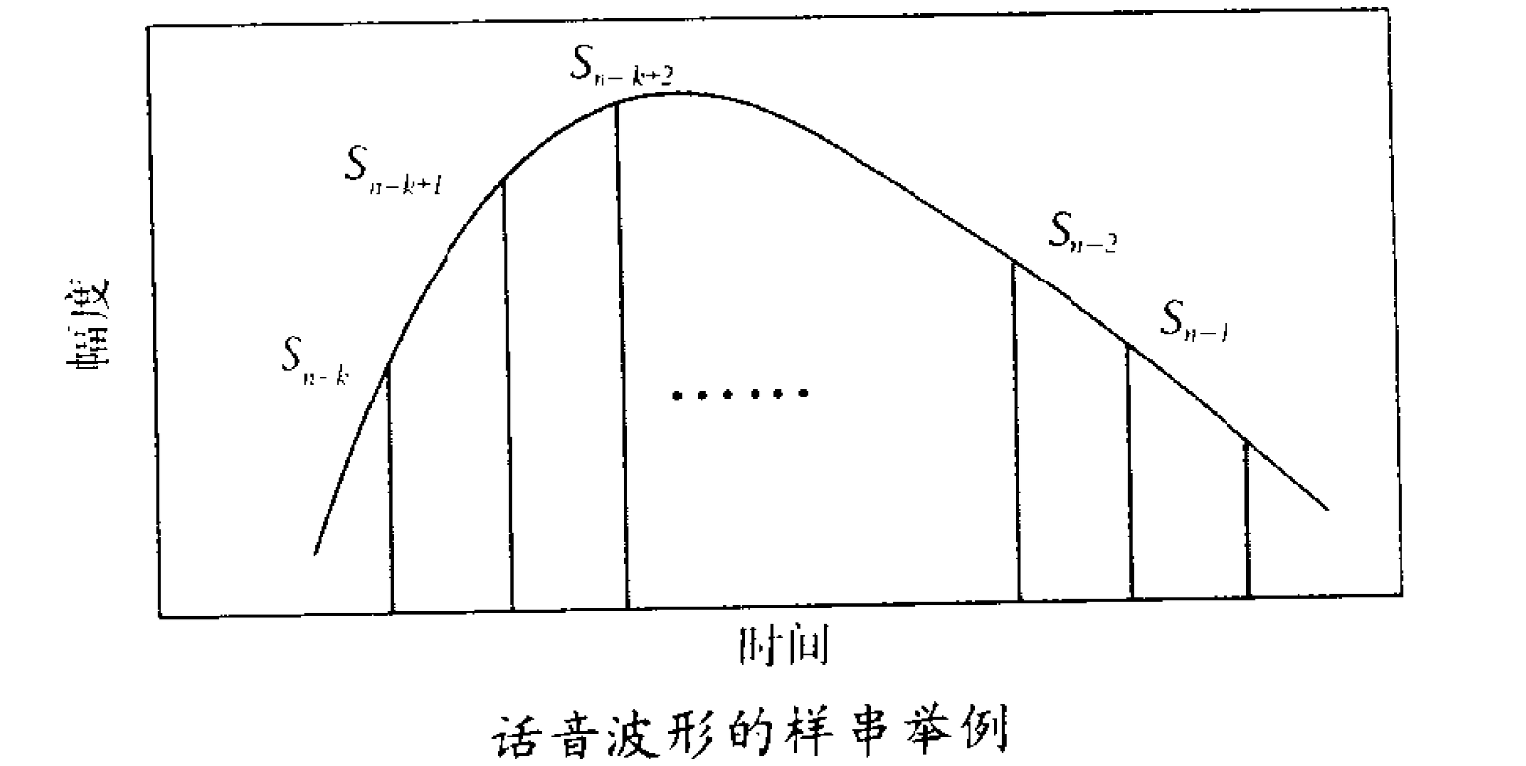

人的发声系统模型图

形成声源信号，它激励由口、鼻腔构成的声道，产生话音信号。话音主要参数可分为两大类：(1) 声源特性，如声带“振动—不振动”（浊—清音）、声带振动时的基本频率（基频 $f_0$，其倒数称为基音周期）；(2) 声道传输声源信号的特性（简称声道特性）。这些话音参数变化缓慢，它们所占的总频带比话音信号所占频带窄得多，对这些参数编码的总码率只有数千甚至数百比特每秒。其损失主要是话音自然度降低，现在的技术已可使它有较大改善。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

huayin xianxing yuce bianma

**话音线性预测编码**　linear predictive coding (LPC) of speech signals　用线性预测原理降低数码率的话音编码技术。话音信号前后有相关性，知道前面的信号就能对即将到来的信号作预测。话音信号的相关性体现在：相邻基音周期间的波形相关（长时相关）；相邻样值之间的相关（短时相关）。如图所




话音波形的样串举例

示为话音波形的样串。预测方程为

$$\hat{S}_n(\text{预测值}) = \sum_{k=1}^{P} a_{n-k} S_{n-k}$$

式中 $P$ 为预测阶数；$a_{n-k}$ 为预测系数。真实值与预测值之差 $e_n = \hat{S}_n - S_n$ 称为预测误差。该方程的含义是：把过去的 $P$ 个样值 $S_{n-k}$ 分别乘适当的系数 $a_{n-k}$，再累加起来计为现时样的预测值。它是个线性方程，故称为线性预测。实际预测是把样串分帧，一帧一帧地预测。预测就是找出一组系数 $a_{n-k}$，使帧内样值的平均预测误差最小。话音 LPC 属于波形编码，但 LPC 技术可广泛用于话音参数编码中。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

huanxingqi

**环行器** circulator　一种具有三个或三个以上端口的无源器件，从其任一端口输入的功率按照一定顺序依次传输到下一端口的器件（见图 1、图 2）。四端环行器就以 1 → 2、2 → 3、3 → 4 …顺序传输，如果外加磁场反向，环行顺序也反向，即按 4 → 3、3 → 2、2 → 1 …顺序传输。环行器在微波电路中可用作双工器（在一个天线上同时进行接收和发射的双重操作）和单端放大器（如二极管参量放大器）以及输入和输出间的隔离。当偏置磁场反向时，其环行顺序也相应反向，这一性质可用来切换电磁能。

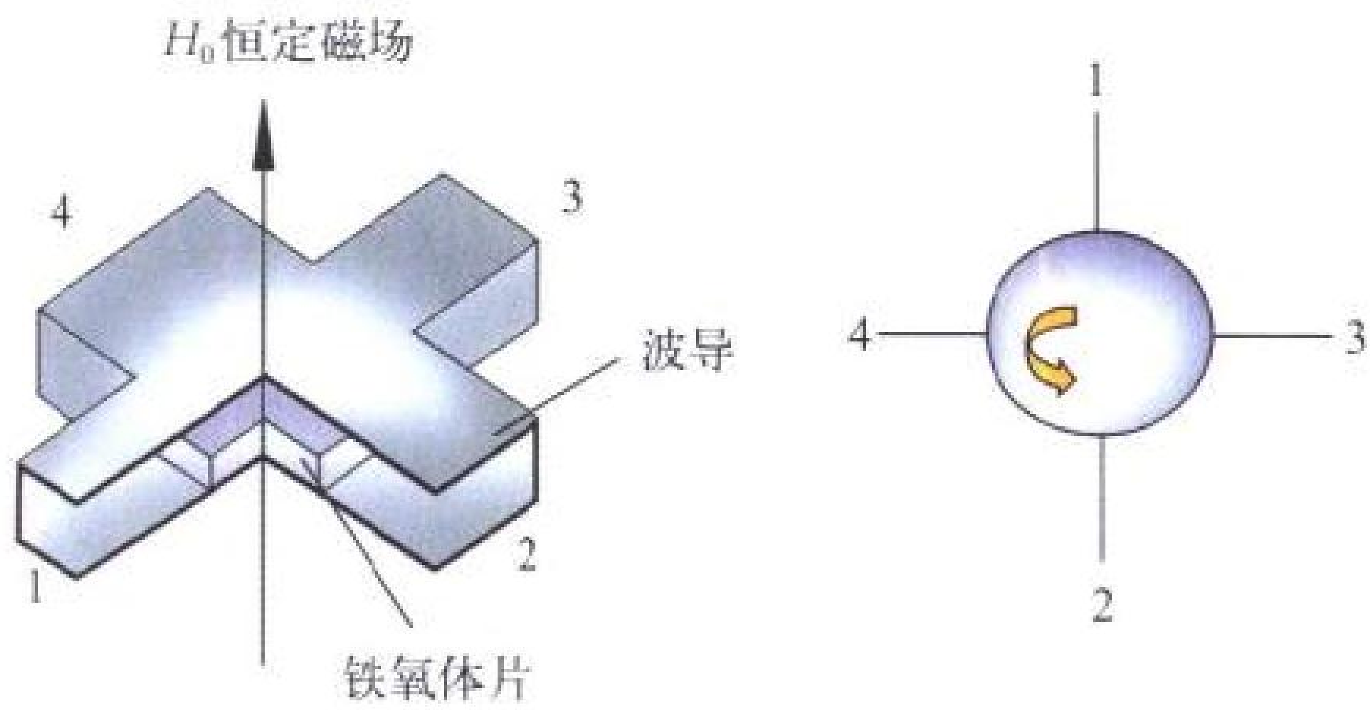



图 1 波导四端环行器　　图 2 四端环行器功率传输顺序

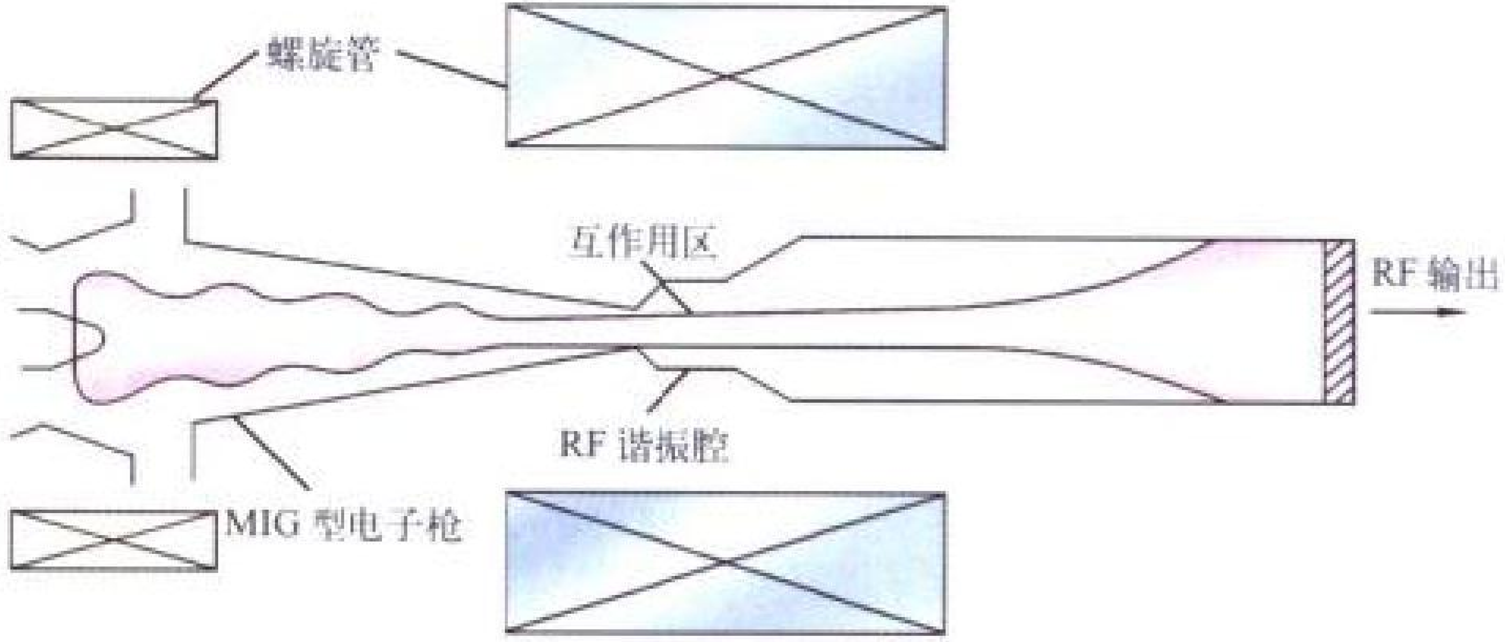
（撰写：李克文　万　飞　审订：刘　剑）

huannengqi

**换能器** transducer　进行能量转换的装置。如电能和声能互相转换的装置，称电声换能器。在水声领域中常把声呐换能器、水声换能器、电声换能器简称为换能器。声呐换能器是声呐的重要组成部分，它除了将声呐发射机输出的电信号转换成声信号并辐射到水中，或者将接收到的声信号转换成电信号外，还参与电子电路部分的信息处理。水声换能器是用来在水中发射和接收声波的换能器，其中接收水声信号的又称为水听器。电声换能器是实现电能和声能之间互相转换的装置。根据此定义，声呐换能器、水声换能器实际上也是一种电声换能器。按照能量转换的机理来划分，电声换能器可分为电动换能器、静电换能器、电磁换能器、压电换能器和磁致伸缩换能器等。这些换能器都属于可逆的，既可把声能转换成电能，也可把电能转换成声能。但碳粒式换能器（如变阻换能器）则是不可逆的，即只能把声能转换成电能。常用的电声换能器有电话机的送话器和受话器、扬声器、传声器、超声换能器和水声换能器等。（撰写：王　雁　审订：邝心湖）

huixuan danqiang zhendangguan

**回旋单腔振荡管** gyro-monotron　利用在纵向外加磁场中作螺旋运动的电子注与一个开放式谐振腔中工作模式的高频场相互作用，由于有相对论质量效应，而产生高功率微波、毫米波振荡的新型电真空器件。它是以相对论质量效应为基础的电子回旋脉塞器件，即回旋管系列中发展得最成熟的一种。由磁控注入电子枪在复合电磁场作用下产生回旋空心电子注，再经磁场的绝热压缩，电子在横向有很大成分横向能量。此回旋电子注在一个相互作用的开放式谐振腔中与高频场相互作用，由相对论质量效应而产生横向群聚。在一定条件下，电子注将部分横向能量转换成高频能量而形成振荡输出。回旋单腔振荡管是一种高效率、高功率毫米波亚毫米波器件。它是一种平均或连续波功率最高的毫米波器件。这种平均或连续波功率在数百千瓦到兆瓦量级的回旋单腔振荡管已用于受控热核聚变等离子体加热中。连续波功率十至数十千瓦的回旋单腔振荡管已用于材料加工与改性及高强度精密陶瓷烧结。这类器件也可用于雷达与其他军事领域。




回旋单腔振荡管结构及外加纵向（z 向）磁场分布图

（撰写：李宏福　审订：廖复疆）

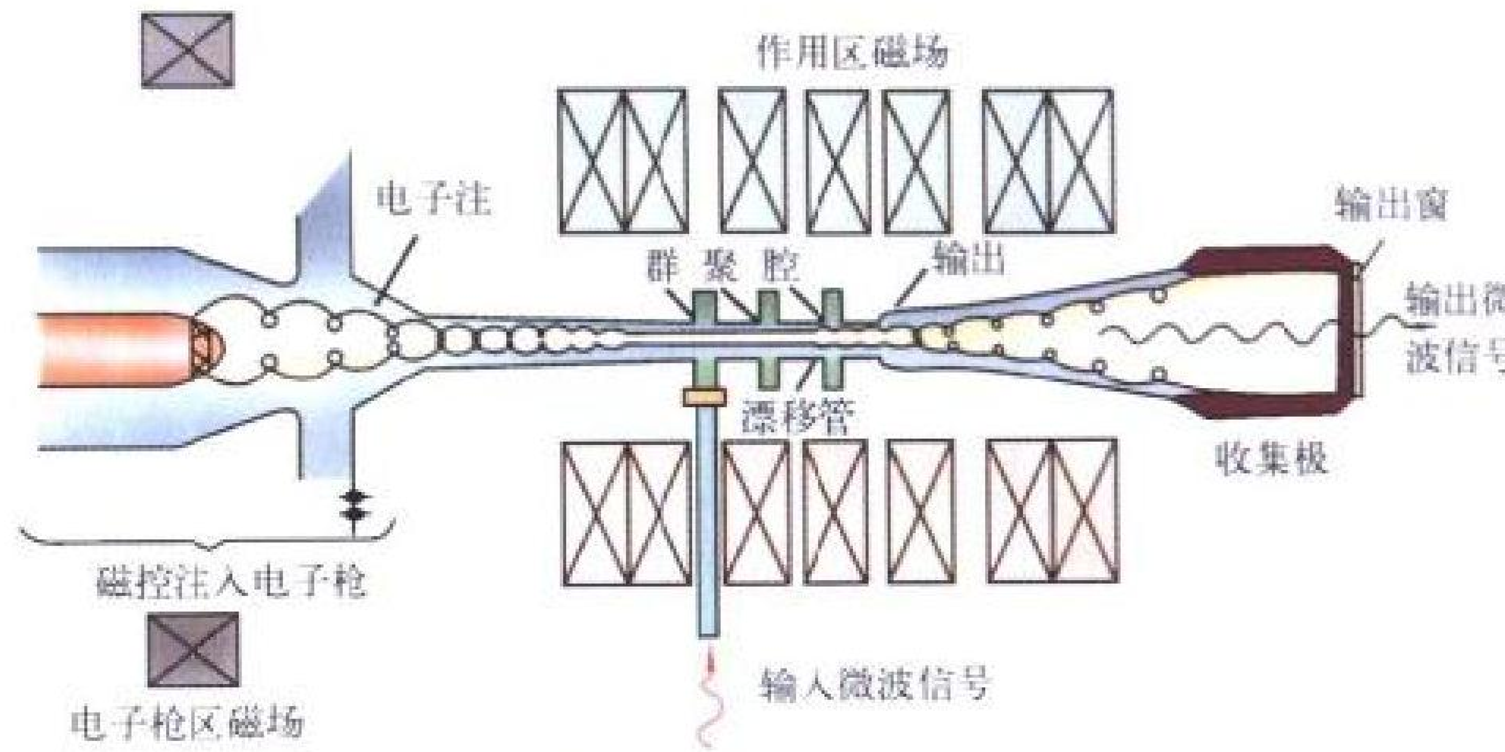
huixuan fanboguan

**回旋返波管** gyro-backward wave tube　利用回旋电子注与高频导波结构中的反向快波相互作用而产生微波、毫米波振荡的一种电子回旋受激辐射器件。在结构上它与传统返波管相类似，主要由电子枪、高频结构、枪区和作用区磁场、收集极及输出装置等部分组成。回旋返波管的电子注与高频的互作用机理与回旋行波管相同，但由于电子注速度的方向与高频电磁波的传播方向相反，具有内在的反馈机制，可以实现自激振荡，因而它是振荡器件而不是放大器件，它只有电磁波输出装置而不需要输入装置，而且该装置位于高频结构的电子枪端而不是收集极端。回旋返波管是一种高功率、高效率、宽频率调谐范围的振荡器。

（撰写：王文祥　审订：廖复疆）

huixuan sutiaoguan

**回旋速调管** gyro-klystron　利用回旋电子注与若干被漂移管分隔的谐振腔中的高频场相互作用从而对微波、毫米波信

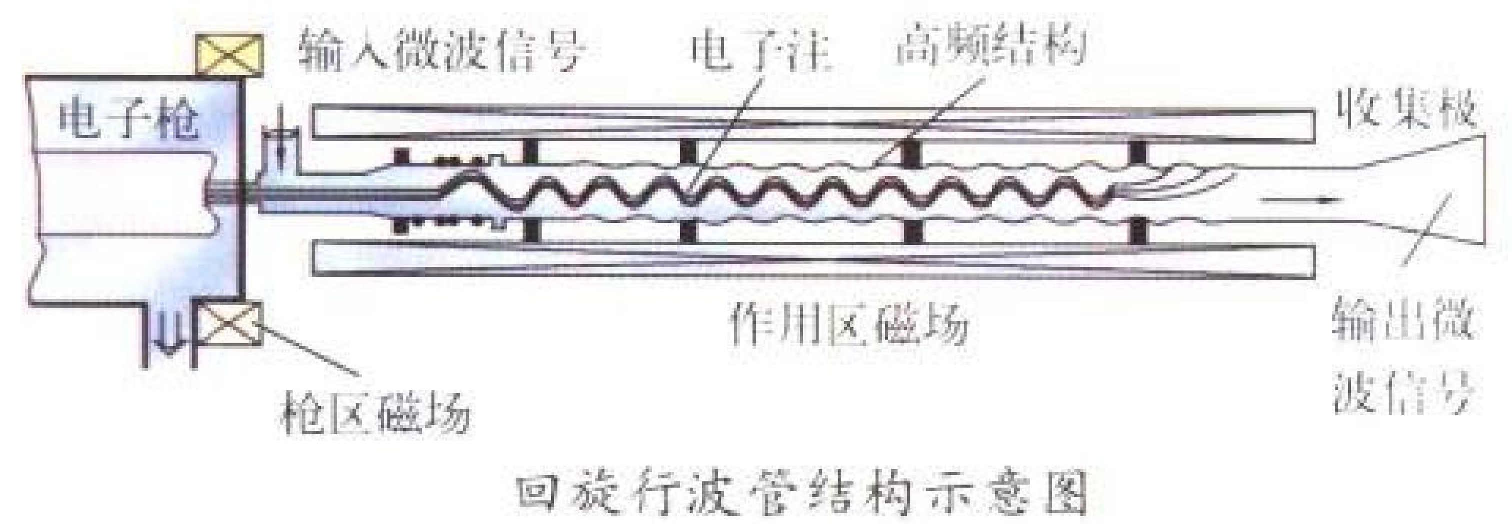



回旋速调管结构示意图

号进行放大的一种电子回旋受激辐射器件。在结构上它与传统速调管类似，主要由电子枪、谐振腔、漂移管、枪区和作用区磁场、收集极和输入输出装置等部分组成(见图)。在回旋速调管中，利用磁控注入电子枪产生回旋电子注，该电子注在波导型群聚腔中与高频场横向分量相互作用，由于相对论效应而形成角向相位群聚，群聚电子注在开放式输出腔中激励起更强的高频场并经输出装置输出。回旋速调管是一种高效率、高增益和高输出功率的窄频带微波、毫米波、亚毫米波放大器，可以应用于雷达、电子对抗、制导、加速器等领域。需要高强度磁场是影响回旋速调管推广应用的主要因素。 （撰写：王文祥　审订：廖复疆）

huixuan xingboguan

**回旋行波管** gyro-traveling wave tube (gyro-TWT) 利用回旋电子注与高频导波结构中的前向快波相互作用而对微波、毫米波信号进行放大的一种电子回旋受激辐射器件。在结构上它与传统行波管类似，主要由电子枪、高频结构、枪区和作用区磁场、收集极及输入输出装置等部分组成(见图)。在回旋行波管中，电子枪发射的电子经过变换形成小回旋或者大回旋电子注，该电子注与波导型高频结构中的前向快波的横向场分量相互作用，由于相对论效应而在角向发生相位群聚，并最终实现向高频场交出能量从而使信号得到放大并经输出装置输出。回旋行波管是一种高功率、高效率及宽频带的毫米波、亚毫米波放大器，可以应用于毫米波雷达、通信、电子对抗、电子对撞机等领域。目前影响回旋行波管增益提高的主要因素是器件的寄生自激振荡。




回旋行波管结构示意图

（撰写：王文祥　审订：廖复疆）

huixuan zixiezhen maisai

**回旋自谐振脉塞** cyclotron auto-resonance maser (CARM) 在外加磁场中作回旋运动的自由电子，因相对论性负质量效应而产生的一种微波、毫米波受激辐射。当电磁波的角频率 $\omega$ 与电子的多普勒回旋频率 $k_{\parallel}v_{\parallel}+l\omega_{c0}/\gamma$ 满足谐振条件 $\omega-(k_{\parallel}v_{\parallel}+l\omega_{c0}/\gamma)\geqslant 0$ 时，电子处于减速场，将能量交给电磁波，电子纵向速度下降，谐振条件趋于破坏。另一方面，相对论性质量因子 $\gamma$ 减小，相对论性回旋频率 $l\omega_{c0}/\gamma$ 上升，使回旋谐旋振条件得到自动补偿。这样，电子与波同步的时间加长，可以更充分地交换能量，理论上有更高的效率。为了增强自谐振的作用，通常选择波数 $k_{\parallel}$ 较大的工作点，带来的优点是 CARM 的工作频率较高，可达 100～500 GHz，同时要求的外加磁场比电子回旋脉塞(ECRM)要低约 3～5 倍。CARM 可以做成振荡器和放大器。在频率 125 GHz 的实验中，得到了 10MW 的输出功率和 2% 的效率。放大器的实验得到了小信号增益 90 dBm，输出功率 10 MW。由于电子注纵向速度离散对 CARM 的性能有严重影响，一直未得到理想的高性能器件，因此也远未得到实际应用。 （撰写：杨中海　审订：廖复疆）

huihua miyao

**会话密钥** session key 在通信期间对每次单独的会话(传输的信息)加密所用的密钥。通信双方会话结束后，会话密钥即被销毁。在公共信道中，通信双方如果长期使用同一密钥进行会话加密，攻击者可能窃听加密消息并保存，用于重放攻击，对系统安全不利。这就要求每次单独的会话使用不同的密钥加密。一般在通信双方开始一次会话前，由一方随机产生一个会话密钥，并通过保密信道或用密钥加密后通过公开信道传送给对方，因而要求会话密钥可随机快捷生成。

（撰写：雷利民　审订：朱甫臣）

huituyi

**绘图仪** plotter 一种能在纸张、薄膜和胶片等记录媒体上绘制计算机生成的图形或图像的输出设备。绘图仪通常由精

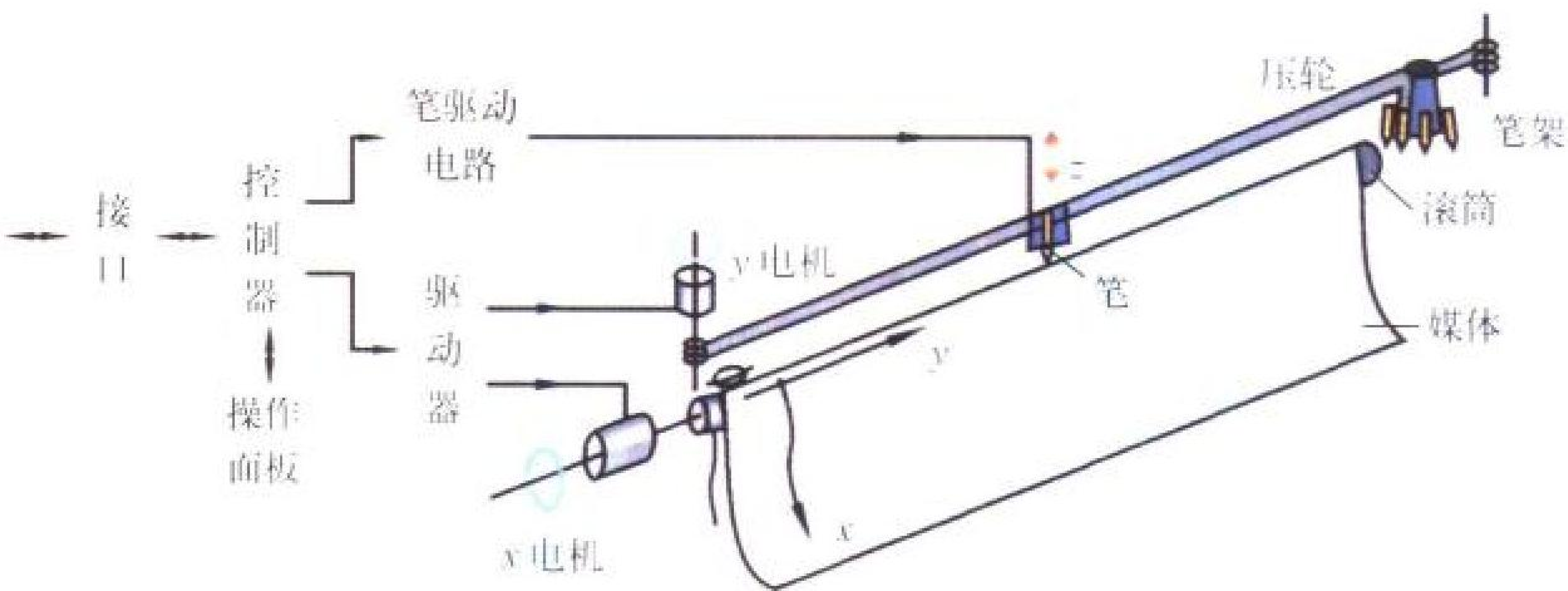



图 1 滚筒式向量绘图仪结构示意图

密走纸机构、笔、头控制机构和控制器组成。按绘图方式可以分为向量和点阵两类。其中向量法必须用笔，故又称笔式绘图仪。绘图仪走纸机构有滚筒式和平板式两种，下面以笔式绘图仪为例说明其工作原理，如图 1 和图 2 所示。图 1 为滚筒式，绘图仪将纸张等介质用很大摩擦力的压轮将其压在旋转滚筒上，$x$ 电机驱动其沿 $x$ 轴方向运动，$y$ 电机带动笔架沿 $y$ 轴方向运动；同时，由笔驱动电路控制笔架中的笔在 $z$ 方向上作抬、落笔运动，这样完成绘图工作。笔架中有 4～16 支不同颜色或粗细的笔供选用。如果将图 1 的笔架改成喷墨头，即成滚筒式点阵绘图仪。图 2 为平板式，所不同的是

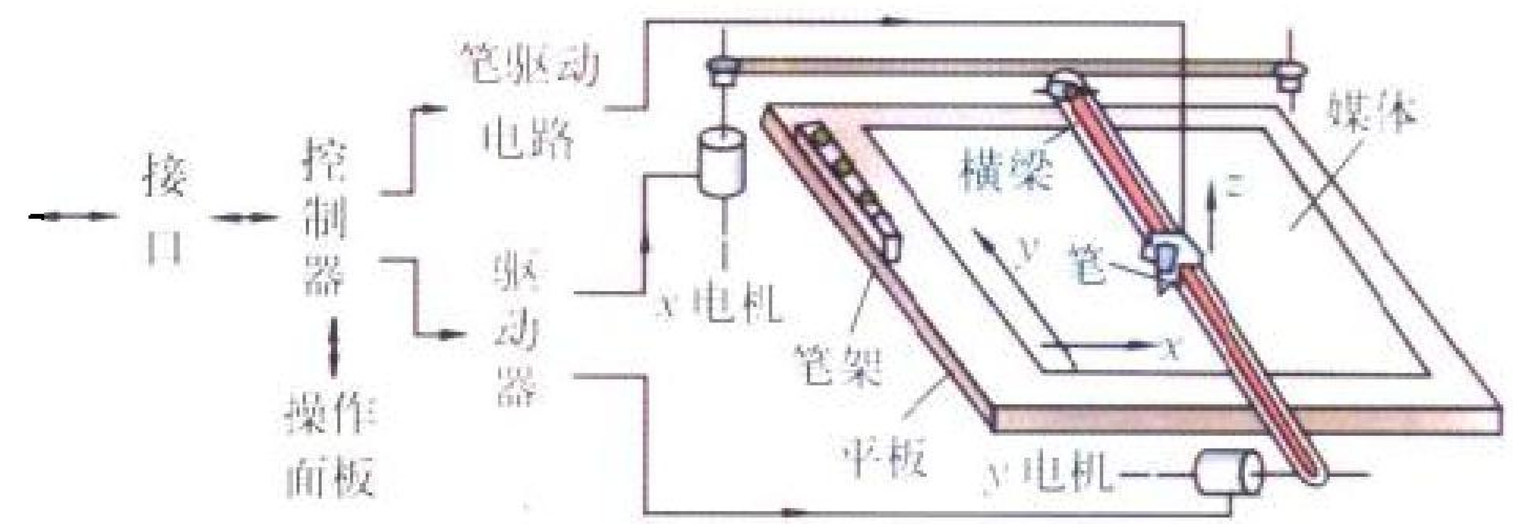



图 2 平板式向量绘图仪结构示意图

绘图仪用静电吸附或磁性压条的办法将介质固定在平板上，其余操作如图所示。平板绘图仪的特点是精度远高于滚筒式，但体积较大。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张全荣）

hunheji yinji

**混合基阴极** mixed metal matrix (MMM) 在 M 型阴极的基础上发展起来的阴极。它通常由多孔海绵体和活性发射物

质两部分构成。多孔海绵体由钨粉和铱粉（或锇粉、铼粉等）贵金属按一定比例混合压制烧结而成；活性发射物质（常用铝酸钡钙）根据工艺的要求以浸渍或与基金属粉末混合的方式填入多孔海绵体内作为活性储备。混合基阴极与 M 型阴极相比，发射表面组分的稳定性、抗离子轰击能力、抗中毒性都有较大改善，发射电流密度、均匀性和寿命均有显著提高。由于采用了贵金属，混合基阴极的加工成本相对较高，工艺一致性和重复性尚难令人满意。混合基阴极的变体有覆膜合金基阴极 coated mixed metal (CMM)、可控掺杂阴极 controlled doping cathode (CD) 等。

（撰写：李 季 审订：廖复疆）

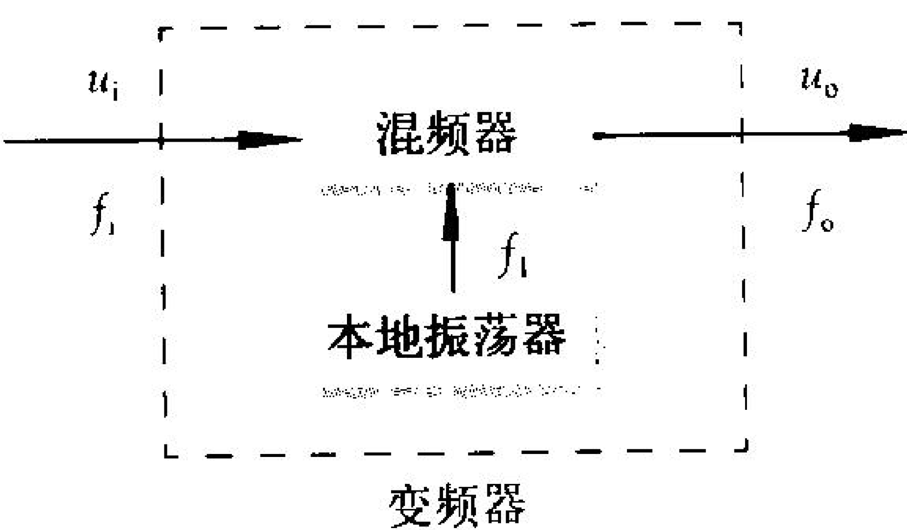
hunhe jicheng dianlu

**混合集成电路** hybrid integrated circuit (HIC) 用薄、厚膜工艺在绝缘基片（陶瓷、石英或其他介质）上制作无源元件和互连线构成无源网络，然后焊上分立的片状半导体器件或半导体集成电路或其他片状元件构成的集成电路。在混合集成电路中，电阻、电容采用高精度和温度性能良好的薄、厚膜工艺制成，有源器件采用经过电学测试并与电路匹配良好的芯片，从而使整个电路达到良好的状态。混合集成电路较多用于制作高电压、大电流和大功率集成电路、混合微波集成电路以及子系统等。大部分混合集成电路是属于单片集成技术尚无法实现或批量需求不大的产品，它在多层基片结构（多层混合电路）以及实现较复杂的子系统上有其独特的优点，目前已从表面微组装技术 (SMT) 发展到多芯片组件 (MCM)，被称为二次集成，是整机高密度组装和小型化的重要技术。

（撰写：景佩苏 审订：全毓铨）

hunpinqi

**混频器** mixer 输出信号频率等于两个输入信号频率之和、差或为两者的其他组合的电子电路或装置。混频器通常由非线性元件和选频电路构成。图为混频示意图。输入频率 $f_i$ 和来自本地振荡器的本振频率 $f_l$ 经混频器作用后，输出频率变为 $f_o$，它们的关系可用 $f_o = |\pm p f_i \pm q f_l|$ 表示，其中 $p$ 与 $q$ 为任意正整数。混频器最早用于等幅电报信号的接收，称为差拍检波器，后来又是超外差接收机、载波电话和许多电子设备的基本组成。混频器电路形式很多，常用的有二极管混频器、晶体管混频器、单端混频器、平衡混频器、镜像抑制混频器、环形混频器和参量混频器等。




混频示意图

（撰写：王 雁 审订：蒋 怡）

huoxingfa taoci jinshu fengjie

**活性法陶瓷—金属封接** active ceramic to metal seal 在活性金属参与下的陶瓷—金属封接工艺。把活性金属粉（如 Ti、Zr 等）和能与其在较低温度下形成合金的金属焊料（如 Ag、Cu、Ni、Ag–Cu 等）一起放置于陶瓷和金属件之间，在真空或惰性气氛中加热熔化后而得到的一种牢固、气密封接的方法。由于活性金属通常对很多氧化物（如 $Al_2O_3$、$SiO_2$）和非氧化物（如 BN、AlN）均具有较强的亲和力，因而能与很多陶瓷进行封接，适应性很强。从含 100% 氧化硅的石英玻璃到含 100% $Al_2O_3$ 的蓝宝石，此法都能得到良好的封接。活性封接的方法很多，有 Ti – Ag – Cu、Ti – Cu、Ti – Ni 法等，由于 Ti – Ag – Cu 方法封接温度低、成品率高、工艺易于掌握，因而 Ti – Ag – Cu 法应用最为广泛。由于高温下氢



活性法陶瓷—金属封接件图

化钛粉分解后可得新生态钛，这对与非氧化物陶瓷的化学反应更为有利，因而目前用氢化钛粉代替钛粉也逐渐增多。此外，延展性好并可展成薄片（约 0.02 mm）的 Ti – Ag – Cu 金属箔，近十年来，在国内外均已问世，因而活性法对针封、套封存在的技术难点，将有望逐步得到克服。活性金属封接的特点是工序少、周期短、温度低、瓷件不易变形，非常适合于大型瓷件的封接（见图），缺点是间隙式生产、产量低。

（撰写：高陇桥 审订：廖复疆）

huokong leida

**火控雷达** fire control radar 又称火力控制雷达。用来控制武器瞄准目标的雷达。包括炮瞄雷达和导弹制导雷达。高炮炮瞄雷达、机载截击雷达、导弹跟踪和照射雷达都属于它的范畴。火控雷达是一种精密跟踪雷达。它接到来自搜索雷达或雷达网送来的目标位置指示后，在指示目标附近的空域进行小范围搜索，截获目标后转入在方位角、高低角、距离，有时还在多普勒频率（径向速度）上对目标进行多维跟踪，测出目标的精确坐标，送给火炮指挥仪或导弹制导系统，控制火炮或导弹瞄准目标，进行射击。自火控雷达采用相控阵体制后，可以跟踪多批目标，引导多个火力单元，对多个目标实施攻击。多数火炮控制雷达工作在 X 或 Ku 波段，也有采用 Ka 波段的。先进的炮瞄雷达可以跟踪射击的炮弹，采用大闭环校正技术来修正后续炮弹射击的指向，提高命中率。对导弹制导，如采用指令制导，制导雷达需同时跟踪目标和导弹，测出它们之间的相对位置，指令计算机求出导弹的偏差，形成修正指令，控制导弹按要求的轨迹飞行，直至命中目标。如采用半主动寻的体制，制导雷达须用双频发射，一个频率用于跟踪目标，一个频率用来照射目标，一般采用连续波体制，供弹上接收机跟踪目标。

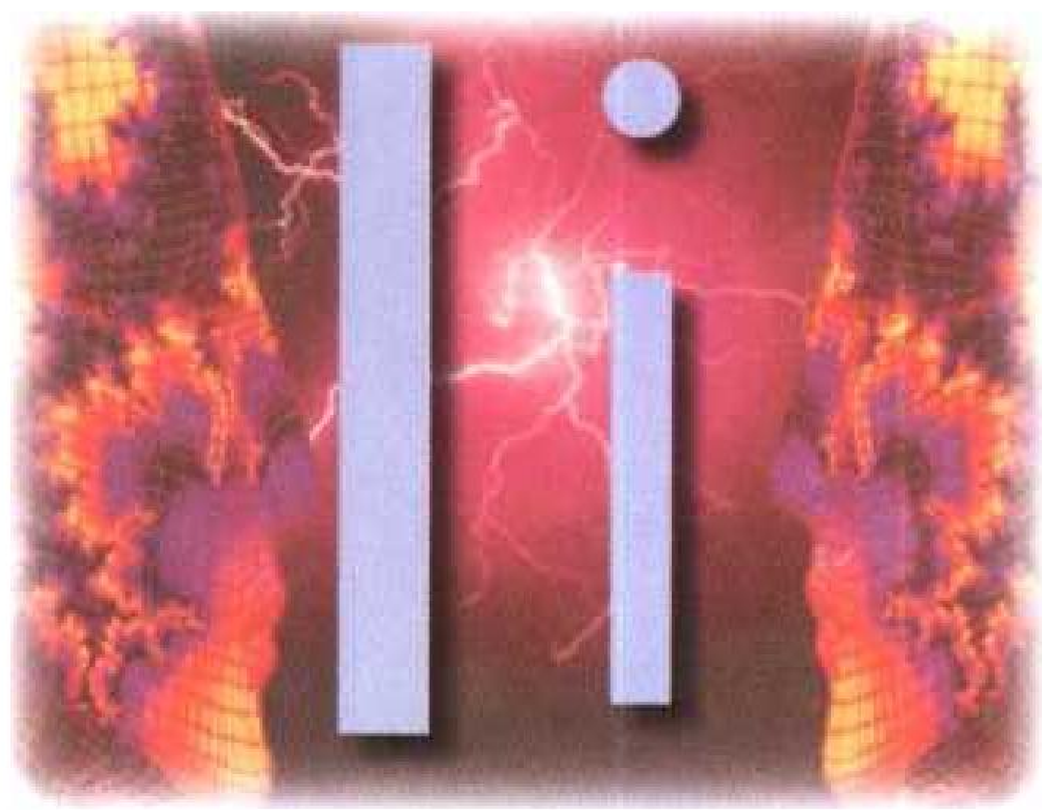
（撰写：张锡熊 审订：王松山）

huopao sheji mijidu celiang

**火炮射击密集度测量** cannon shoot dispersion measurement 测量火炮弹着点散布的技术。包括地面密集度测量和立靶密集度测量。密集度是衡量火炮和火箭武器系统战术技术性能的重要特征参数，是武器和弹药研制过程以及定型试验的重要测试项目。地面密集度测量是利用靶道上的固定基准及测

量设备测出弹着点坐标，经计算得到密集度，而立靶多用于小射角武器的密集度测量。密集度测量用于确定各发弹丸的弹着点相对其平均弹着点的散布程度。采用的主要仪器设备有：自动报靶系统、望远瞄准镜、气象测量设备（测风仪、气压表、温度计）及速度测量仪器等。选用立靶测量时，立靶尺寸及立靶到武器的距离随武器的特性而定。密集度测量时，试验的组数、每组弹丸数应按规定选取；气象条件、装药温度以及弹丸的质量等都要严格测量。

（撰写：陈 旸　审订：孙 鉴）



IP ku

**IP 库** intellectual property library 用 IP 模块（参见 IP 模块）建立起来的设计库。这种库不是在原来 LSI 和 MSI 的规模上的单元库，而是包含微处理器、DSP、存储器、微控制器、可编程器件等 IP 核的设计功能库。应用知识产权模块进行系统芯片（SOC）设计的过程为：高层系统设计→ IP 库创建→ IP 集成→ SOC 验证。其中 IP 库的创建是公司竞争力的关键。它可以是公司自己设计，也可以从公司外购进，但 IP 库中的 IP 模块应有较高的灵活性和可复用性。随着芯片级系统集成电路的规模越来越大，专业性越来越强，越来越多的系统制造厂家开发了专用的 IP 设计库，以适应电子产品开发从电路级向系统级集成发展的需求。采用 IP 库技术，让电子系统工程师把精力集中于创造性思维上。可以采用高级抽象的设计构思手段和适于多层次和混合信号描述的抽象硬件描述语言，在电路级和物理级上实现真正的仿真和综合，大大简化 SOC 的设计过程，提高设计效率。

（撰写：陈新宇　修订：陈效建　审订：林金庭）

IP mokuai

**IP模块** intellectual property module 具有知识产权的集成电路设计宏单元。它是包含处理器、DSP、存储器、半定制电路、可编程器件、I/O 接口和 ASIC 宏器件的可实现某种特定功能的模块。IP 模块分软 IP、固 IP、硬 IP。软 IP 使用可综合的硬件语言（HDL）描述，与工艺实现无关，难于重复使用。硬 IP 为已优化并映射的特定的工艺库，特性可测，可重复使用。固 IP 则综合硬 IP 和软 IP，并对布局、结构和拓扑进行了优化，有一定的灵活性和可重复使用性。随着集成电路集成度与复杂性的提高，IP 模块的设计越来越专业化，IP 模块的设计方法也在不断发展，由系统设计者创建 IP 模块，或者由用户与专业建模的软件商合作建 IP 模块已成为必然的发展趋势。目前 IEEE 正在制定有关 IP 模块的标准（包括 HDL 编码标准、接口标准、IP 总线标准和文件标准），以提高不同来源的 IP 模块的相互匹配和可复用性。

（撰写：陈新宇　审订：林金庭）




Java yuyan

**Java 语言** Java language 一种面向对象的、用于网络环境的程序设计语言。Java 语言由 Sun Microsystems 公司于 1995 年 5 月发布。Java 以独立于平台的 Java 小应用（Java "applets"）形式来支持互联网编程，其特点是简捷、面向对象、适用于网络分布式环境、解释执行、安全、与体系结构无关、可移植、多线程。Java 编译器产生一个与体系结构无关的目标文件，其中包含的字节码很容易被翻译成各种机器代码，因此其执行代码可以在任何支持 Java 运行系统（Java 虚拟机）的处理机上运行，具有"写一篇，运行于任何地方"的特征，使 Java 逐渐成为因特网上颇受欢迎的程序语言。Java 已经受到各种应用领域的重视，Java 芯片、Java OS、Java 解释执行和编译以及 Java 虚拟机技术均日趋先进，Java语言将会得到更广泛的应用。 （撰写：张晓先 审订：瞿兆荣）

jialilüe xitong

**伽利略系统** Galileo system 欧洲计划建设的新一代民用全球卫星导航系统。1999 年 2 月 10 日欧洲委员会公布了伽利略计划，根据该计划，伽利略系统将采用中轨道卫星，星座包括 27 颗加 3 颗备份卫星。伽利略系统将利用欧洲静地星导航重叠服务（EGNOS）现有的地面设施网络，并且可能在欧洲以外的地方部署附加地面站。地面段的功能在于提供完好性监视、卫星轨道确定、定时同步和管理整个系统。伽利略系统将可与 GPS 互操作，又与 GPS 相互独立。伽利略系统的建设进度要赶上 GPS 现代化实施的步伐，即在 2008 年发射 GPS BLOCK ⅡF 卫星时，欧洲将完成伽利略系统的建设，并具有与届时 GPS 相匹敌的性能。伽利略系统将提供全球范围的三维位置、三维速度和时间信息，水平定位精度优于 10 m，并提供搜索与救援功能。伽利略系统将能对不同服务区域提供三种级别的导航服务。其中一级服务为开放的免费服务，二、三级服务都是有控人网服务。其精度较高，并收取服务费。在安全方面，伽利略系统的空间信号能抗拒欺骗干扰和有意、无意的干扰，并能够不被处于战争状态的对方使用。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

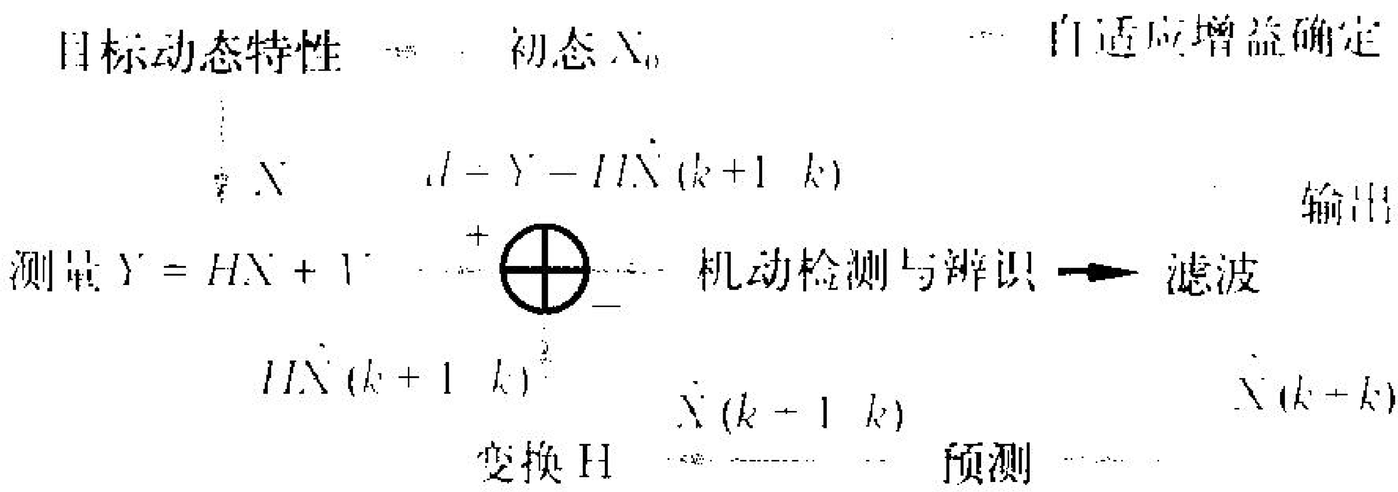
jichang changmian jianshi leida

**机场场面监视雷达** airport surface detection radar 空中交通管制中用来监视跑道、停机坪上飞机和车辆活动情况用的雷达。它能使管制员全面了解和掌握机场场面上各类目标的分布和活动情况。要求雷达分辨率高、天线转速快，确保高的数据率，且能判别各种运动目标类型。这种雷达通常在 Ku、K 和 Ka 频段工作，采用窄脉冲（20 ~ 50 ns）和窄波束（0.25° ~ 0.4°）。天线转速很高，显示距离为 1 ~ 5 km，并采用圆极化天线来减小雨杂波干扰。

（撰写：冯尚诚 审订：喻光正）

jidong mubiao genzong

**机动目标跟踪** maneuvering target tracking 对机动运动目标进行探测，从探测的回波中提取点迹，由点迹形成目标运动航迹，在形成航迹过程中使用滤波方法同时获得目标的位置、速度和加速度等运动参数。被探测的目标按匀速直线方式进行运动时，在直角坐标系中目标运动方程是线性的，对目标跟踪处理用线性滤波就能达到满意结果。当目标作转弯、俯冲或加速前进等机动运动时，如果仍按线性方法进行跟踪处理，则会带来较大的动态滞后误差，甚至发生跟踪失败。实现机动目标跟踪要考虑目标的机动运动模型、机动的检测与辨识、自适应滤波与预测，其基本原理如图所示。测




机动目标跟踪原理框图

量值 $Y$ 和状态预测值 $H\hat{X}(k+1/k)$ 构成残差（信息）向量 $d$，然后根据 $d$ 的变化进行机动检测或者机动辨识，同时按照一定准则，或者调整滤波器的增益，或者实时辨识出目标机动特性，最后由滤波算法得到目标的状态估值和预测值，从而完成雷达机动目标跟踪。

（撰写：徐振来 审订：吴增辉）

jiqiren chuanganqi

**机器人传感器** robot transducer, robot sensor 能产生机器人感觉功能的一些传感器。机器人传感器按用途可分为视觉传感器、触觉传感器、听觉传感器、力觉传感器、滑觉传感器、压觉传感器、测距传感器、位移传感器、角度传感器、加速度和角速度传感器等。这些传感器在机器人系统中承担测量和控制功能。

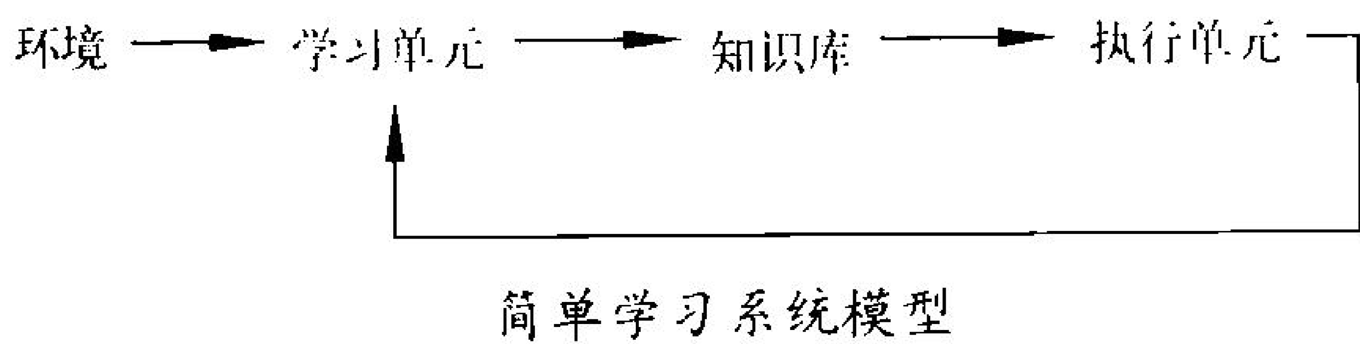
视觉传感器分为可见光和红外传感器两种类型，可见光视觉传感器以 CCD 为主，在特殊环境下工作的机器人还需要配置红外传感器；触觉传感器的触角功能主要使用开关触点、微型开关、压敏橡胶等，将它们以阵列方式配置在机器人手的各个部位；听觉传感器是用话筒等振动检测器作检测声波或声音的检测元件；力觉传感器是用力敏元件（大多使用半导体应变片）来检测机器人的手腕和手臂产生或受到的力；滑觉传感器是用安装在机器人手指上的滚柱或滚珠的旋转或用压敏元器件与触针来检测被夹持物体的滑动感觉；压觉传感器是用高级压敏材料、压阻元件、导电橡胶等作检测元件，检测机器人的手加在物体上的压力；测距传感器常见的检测方法为超声波法，利用超声波的回波来判断前方物体与传感器之间的距离和障碍；角度传感器与位移传感器的检测方法主要是电阻法、电容法、光电法和磁电法等。

机器人传感器的工作原理和结构视机器人系统的要求而

定。通常要求尺寸小、性能稳定、电磁兼容性好、结构和系统匹配。（撰写：范茂军 刘广玉 审订：胡爱民 樊尚春）

jiqi xuexi

**机器学习** machine learning 研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为、使计算机具有学习能力、以获取新的知识和技能，重新组织已有的知识结构、不断提高自身性能。机器学习的研究是根据生理学、认知科学等对人类学习机理的了解、建立人类学习过程的计算机模型或认知模型；发展各种学习理论和学习方法，研究通用的学习算法并进行理论上的分析；建立面向任务的具有特定应用的学习系统。机器学习经过三十多年的发展，到现在已形成了很多学习方法，例如机械学习、传授学习、实例学习、发现学习、解释学习、类比学习、事例学习、遗传学习、连接学习等。这些学习方法可以用一个学习模型（如图所示）来描述。图中圆圈表示信




简单学习系统模型

息体，方框表示过程，箭头指示数据在学习系统中的流向。环境为学习单元提供外界信息源（如经验实例）。学习单元利用该信息对知识库作出改进（增加新知识和重新组织已有知识）。知识库用来存储知识，包括系统原有的知识（这种知识是长期的、相对稳定不变的），以及通过学习而获得的各种新知识（这种知识是短期的、相对不稳定的、变化的）。执行单元利用知识库中的知识执行任务，任务执行后的信息又反馈给学习单元作为进一步学习的输入。机器学习逐渐成为人工智能研究的核心之一。它的应用已遍及人工智能的各个分支，如专家系统、自动推理、自然语言理解、计算机视觉、智能机器人等领域。

（撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝）

jizai leida

**机载雷达** airborne radar 以飞机为平台的雷达。根据用途可分为以下各类：机载火控雷达、机载预警雷达、合成孔径雷达、机载气象雷达、多普勒导航雷达、地形跟随与地形回避雷达、护尾雷达、测高雷达、战场侦察雷达、轰炸导航雷达、敌我识别雷达等。与地面雷达相比，机载雷达要求体积小、重量轻、耗电省、可靠性高、稳定性好、电磁兼容性强，能在恶劣环境下工作。（撰写：贲德 审订：张直中）

jizai yujing he kongzhi xitong

**机载预警和控制系统** airborne warning and control system (AWACS) 具有目标探测和指挥控制功能的机载系统，简称预警指挥机，又称预警机。预警指挥机具有两大特点：(1) 采用脉冲多普勒雷达，在高空可探测半径为数百千米的所有空中目标，特别是低空超低空目标（巡航导弹等），而地面雷达对超低空目标，只能探测数十千米。(2) 较强的空中指挥能力，可指挥歼击机进行空战，可指挥轰炸机、歼轰机及攻击机对地面和海面目标进行攻击（突击）。世界上最具代表性的预警指挥机是美国的AWACS，代号为E-3（有A、B、C各型）预警指挥机。载机采用波音707-302B。E-3A上有雷达、通信、计算机、导航、敌我识别、电子战等设备以及各种工作席（显控台等），可进行雷达探测、敌我识别、数据处理、数据和态势显示、指挥控制（包括引导、领航、空中交通管制）。当E-3A在9000 m高空飞行时，能探测500～650 km的高空目标、300～400 km的低空目标或270 km的超低空小型目标（如巡航导弹）等。E-3B与E-3A相比，增加了5个显控台（总数达14个显控台），改进了计算机和软件。E-3C与E-3B相比，改进了雷达，增强了海上舰艇探测能力。E-3预警指挥机可在离基地1600 km处巡逻值班，留空时间达6 h。E-3共生产了68架，其外形如图所示。美国还研制了波音767预警指挥机和波音747-200相控阵雷达预警指挥机。



E-3型机载预警与控制系统(AWACS)

（撰写：李兆芳 审订：刘兴）

jizai zhanchang zhihui kongzhi zhongxin

**机载战场指挥控制中心** airborne battlefield command control centre (ABCCC) 一个装载在EC-130E飞机上的方舱式指挥控制中心，如图1所示。它的主要作用是协调攻击机

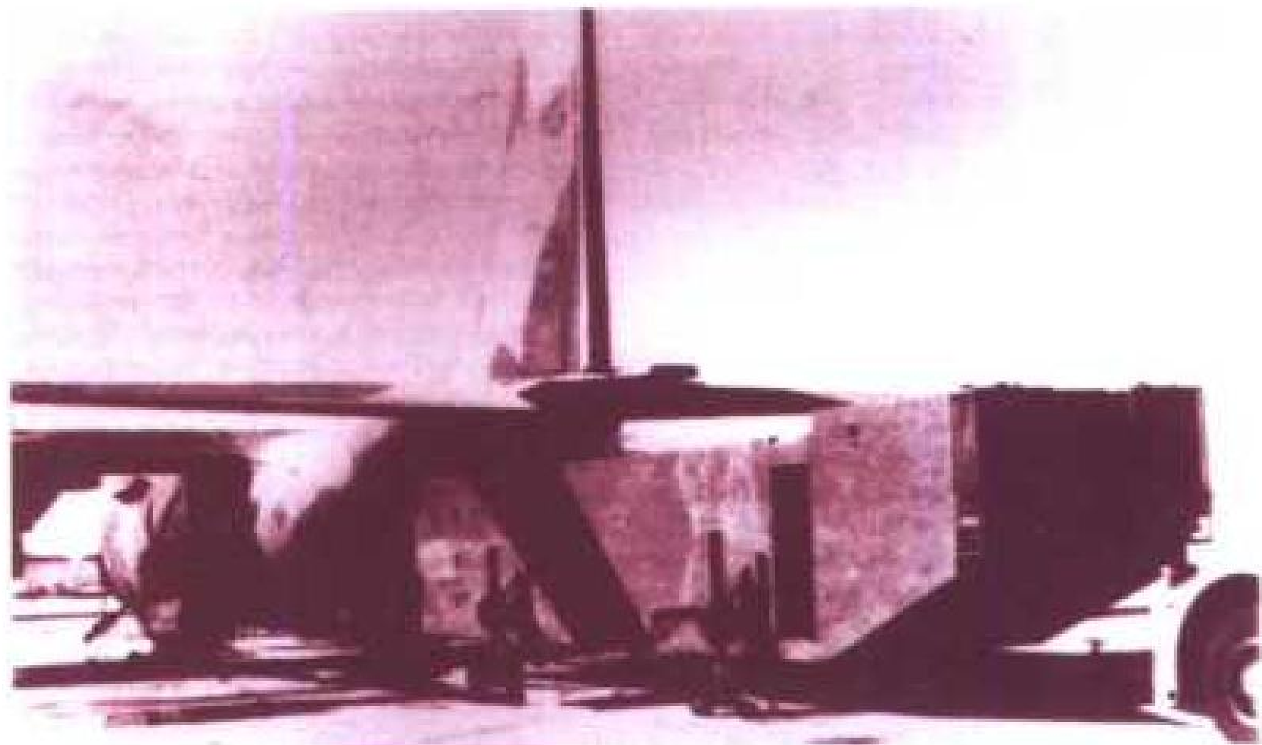


图1 方舱式ABCCC

对地攻击任务。该系统能完成战场中任何重要的指挥控制功能，能改进战场中分散的作战单位之间的通信以及它们与支援作战中心的联系，它还能与E-3A保持通信。ABCCC Ⅲ方舱内有12个高分辨率（1024×1280）彩色显控台席位，有一个战场管理必需的大容量信息库，包括地图数据和敌我双方的位置/状态信息。控制员用状态显示器跟踪空中和地面目标。地图数据库存储在200 Mb的5.25 in光盘中，另外还存有作战软件、实时航迹和联机回放功能、系统起始和任务计划数据，包括地图、通信计划和空中任务指令由任务计划器通过光盘输入。为了冗余，系统用2个连接串联总线的AN/UYK-44 (V) 处理器。与处理器通信的显示产生器(CP-2025/USC-48)驱动12个作战显控台。方舱中还有2个通信操作显控台（见图2），通信系统由UHF、VHF和HF频段组

成，其数量随配置而变更。还有卫星通信终端，对外通信有话音和数据，将来还有JTIDS终端。维修技师有1个显控台，具有中央装机测试系统可以监控整个系统。ABCCCⅢ在1990年完成系统集成和作战测试，有2套ABCCC Ⅲ曾在"沙漠风暴"中使用。



图2 方舱内显控台配置

（撰写：李兆芳 审订：刘 兴）

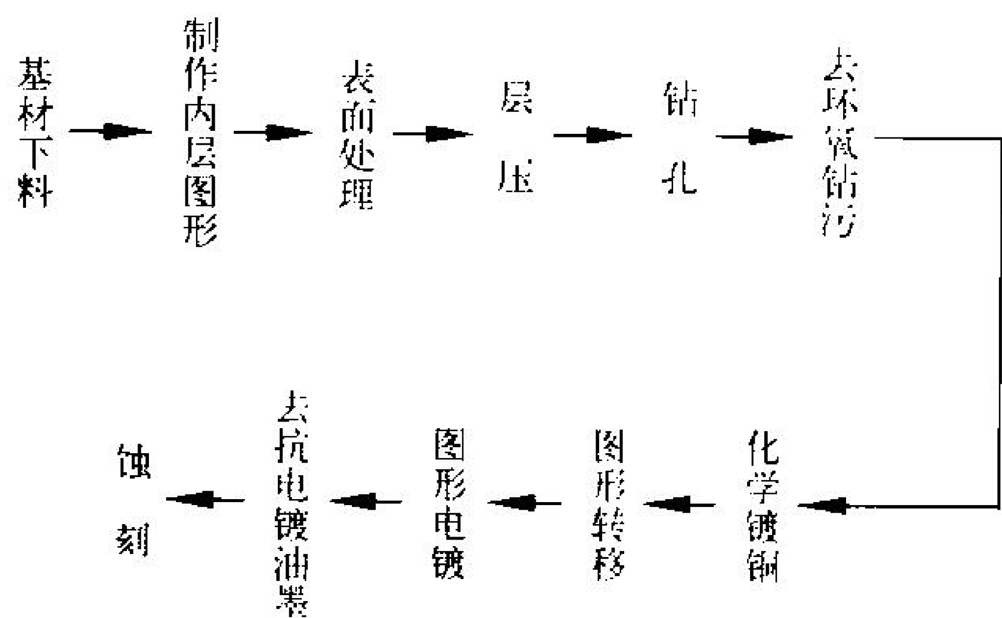
ji'ou chanshengqi

**奇偶产生器** parity generator 一种用于检验数字系统内数据传输过程中是否有错误的电路。在信息的发送端并接奇偶产生器，检查被传信息中所含"1"的个数是奇数还是偶数，并用其输出的高低电平来表示奇偶位。在信息接收端并接奇偶校验器接收信号，检验经过传输后的信息字中所含"1"的奇偶数有否变化。若奇偶数相同，表示传输正确；而奇偶数不同，则表示传输有误。

（撰写：贾松良 修订：景佩苏 审订：全毓铨）

jiceng PCB gongyi

**积层PCB工艺** built-up process for PCB 指制成由多于两层导电图形与绝缘材料交替粘结在一起且层间导电图形互连的印制线路板，又称多层印制线路板的工艺。包括刚性和挠性多层印制线路板以及刚性与挠性结合的多层印制线路板工艺。多层印制线路板制造加工工艺主要是在双面印制线路板加工的基础上增加了层压和去环氧钻污过程。多层印制线路板层压过程是指根据设计要求选择适合的基材薄片，先做好内层图形，再经对位叠片、层压，将多层薄片基材压合在一起。去环氧钻污是指将孔壁由钻孔而产生的环氧污物除去，以保证加工成的多层印制线路板孔壁金属能与内层铜箔良好地连接。多层印制线路板的制造工艺流程如图所示。




多层印制线路板的制造工艺流程

（撰写：张星龙 审订：李成刚）

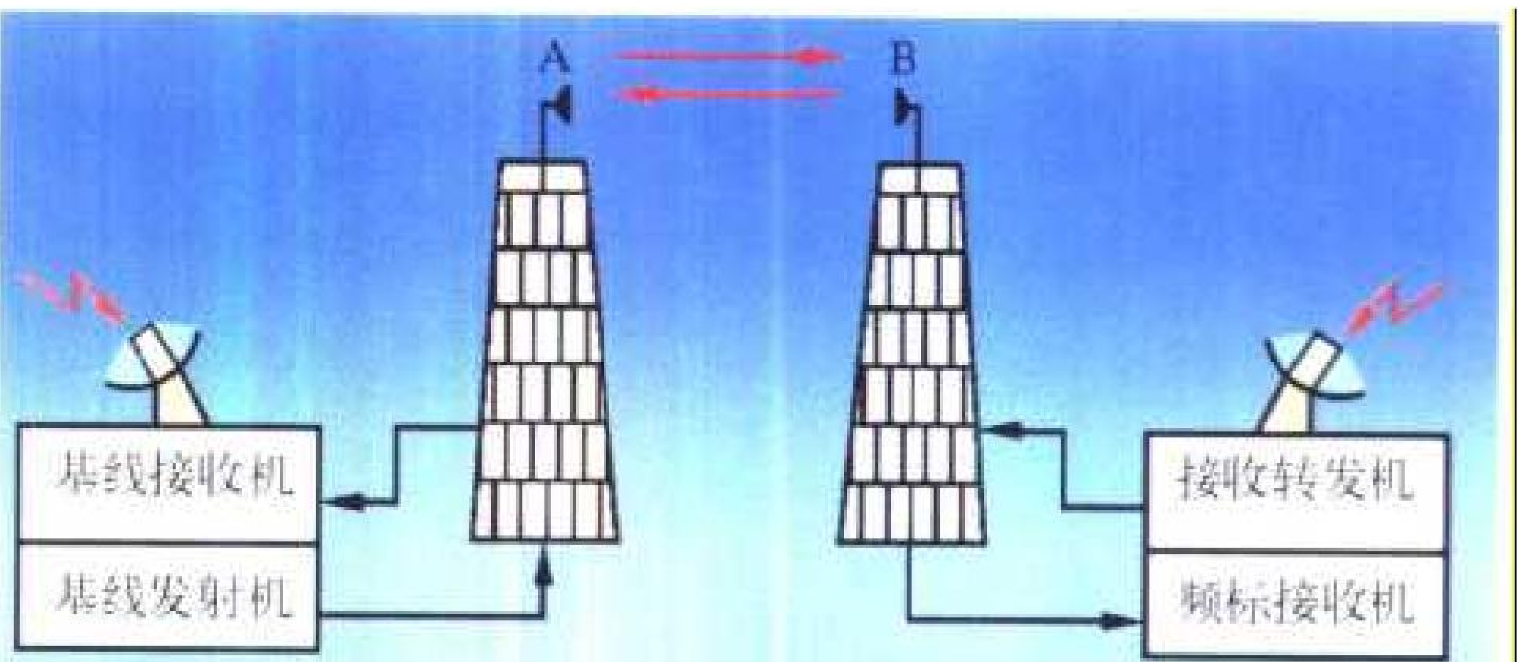
jidi beidong tance jianshi xitong

**基地被动探测监视系统** station-based passive detection and surveillance system 利用接收空间非协作辐射源的直射信号和由于目标引起的反射信号，对目标进行无源相干定位的探测监视系统。基地被动探测监视系统的原理类似于反隐身双基地雷达，它监测空间存在的民用调频电台和电视台的射频信号背景，当这些背景信号受到目标运动的影响，从而引起到达角、时间差和多普勒频移等参数的变化时，可以根据这些参数的变化特征进行相关处理，确定目标的位置。基地被动探测监视系统的优点在于：接收空间存在民用电磁信号，隐蔽性好，生存能力强；作用距离远，监视空域大；可以探测隐身目标和低飞的飞机或巡航导弹。目前基地被动探测监视系统的信号处理还是非实时的，进一步的发展是实时信号处理。

（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

jixian yu jixian chuanshu

**基线与基线传输** baseline and signal transmission by baseline 基线系指多站制或干涉仪体制的测控（量）系统中站间几何路径，其距离称基线长。基线传输是指上述系统中站之间信号的传递。基线长度，一般通过大地测量获得，特别是在多站制测控（量）系统中，大地测量的准确度将直接影响到系统的定位精度。在短基线测控（量）系统中，站间的信号传递多采用有线传输方式；而在长基线测控（量）系统中，站间的信号传递多采用无线传输方式。主站传递到副站的是同步信号或频率标准，由副站传递到主站的是载有测量信息的信号。干涉仪系统一条基线的基本配置如图所示。图中主副站的信号是靠基线传输天线A和B来传递的。




干涉仪的一条基线

（撰写：于景瑞 审订：于基磊）

jizhun tuoqiu

**基准椭球** reference ellipsoids 以大地水准面为基础而选取的用以代表地球的几何椭球体，条件是这个椭球体与大地水准面最吻合。大地水准面可以通过测量地球的重力场位来确定。所谓最吻合，是指所选取的椭球面和大地水准面之间差值的平方和最小。与整个地球的大地水准面最吻合的椭球体称为全球基准椭球。例如GPS采用的WGS-84椭球。与地球的特定区域最吻合的椭球称为局部地区基准椭球。如克拉索夫斯基椭球则是与前苏联及中国大部分地区大地水准面最吻合的基准椭球。不同的基准椭球体的半长轴和半短轴以及椭球中心的位置相互有一些不相同。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

jiguang ceju

**激光测距** laser ranging 利用激光器作光源测量目标距离

的技术。基本原理和微波雷达一样，有脉冲测距和相位测距等方式。它具有测距精度高、体积小、重量轻和操作简便等优点。激光脉冲测距仪已在军事方面得到广泛应用，如炮兵激光测距仪（见图）、坦克激光测距仪、舰载激光测距仪和机载激光测距仪等；民用中有精密大地测量、激光云高仪、激光人造卫星测距和月球测距等。



一种地炮激光测距仪

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

jiguang dayinji

**激光打印机**　laser printer　利用激光器作为光源的一种电子转印设备。激光打印机出现于20世纪70年代中期，与当时的行式打印机相比，它是一种高速、庞大而贵重的输出设备。激光打印机印字机构如图1所示，光学系统如图2所示。激光打印机的工作原理如下：由激光器发出的激光束经一个声光调制系统照射在一个恒速旋转的转印鼓上，该鼓由光电特性材料制成，事先带静电，经调制过的激光照射后形成电荷潜像。当鼓面经过带相反电荷的色粉时，由于静电吸附色粉，在转印鼓上显影。随后在电晕电场的作用下，色粉由鼓面转印到纸上，经热滚挤压定影，完成打印。目前，由于半导体激光器（LD）的使用，因可对LD直接进行调制，无需用声光调制器，大大简化了激光打印机的结构，使其成为桌面办公的优质廉价设备。

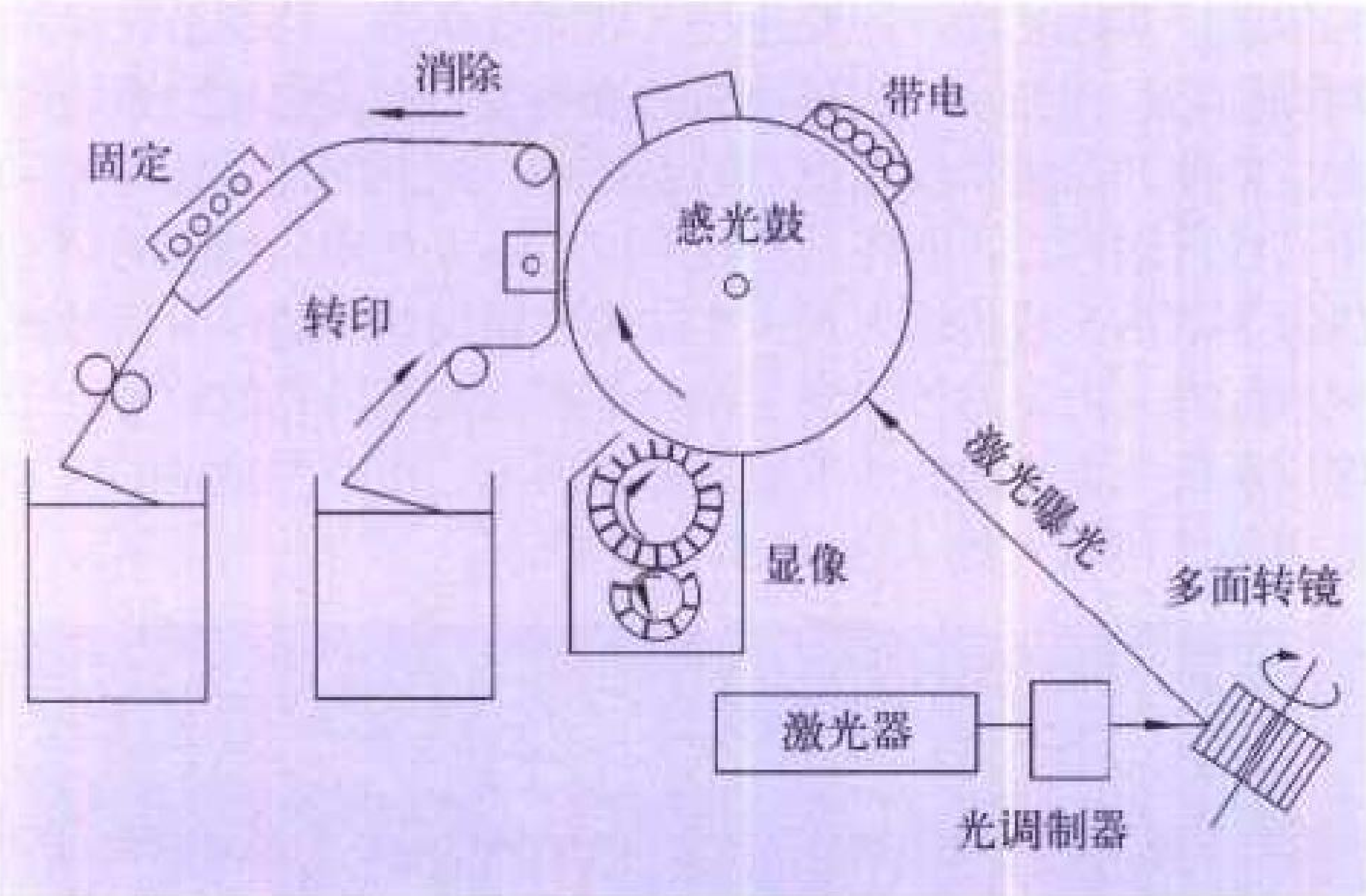



图1　激光打印机印字机构示意图

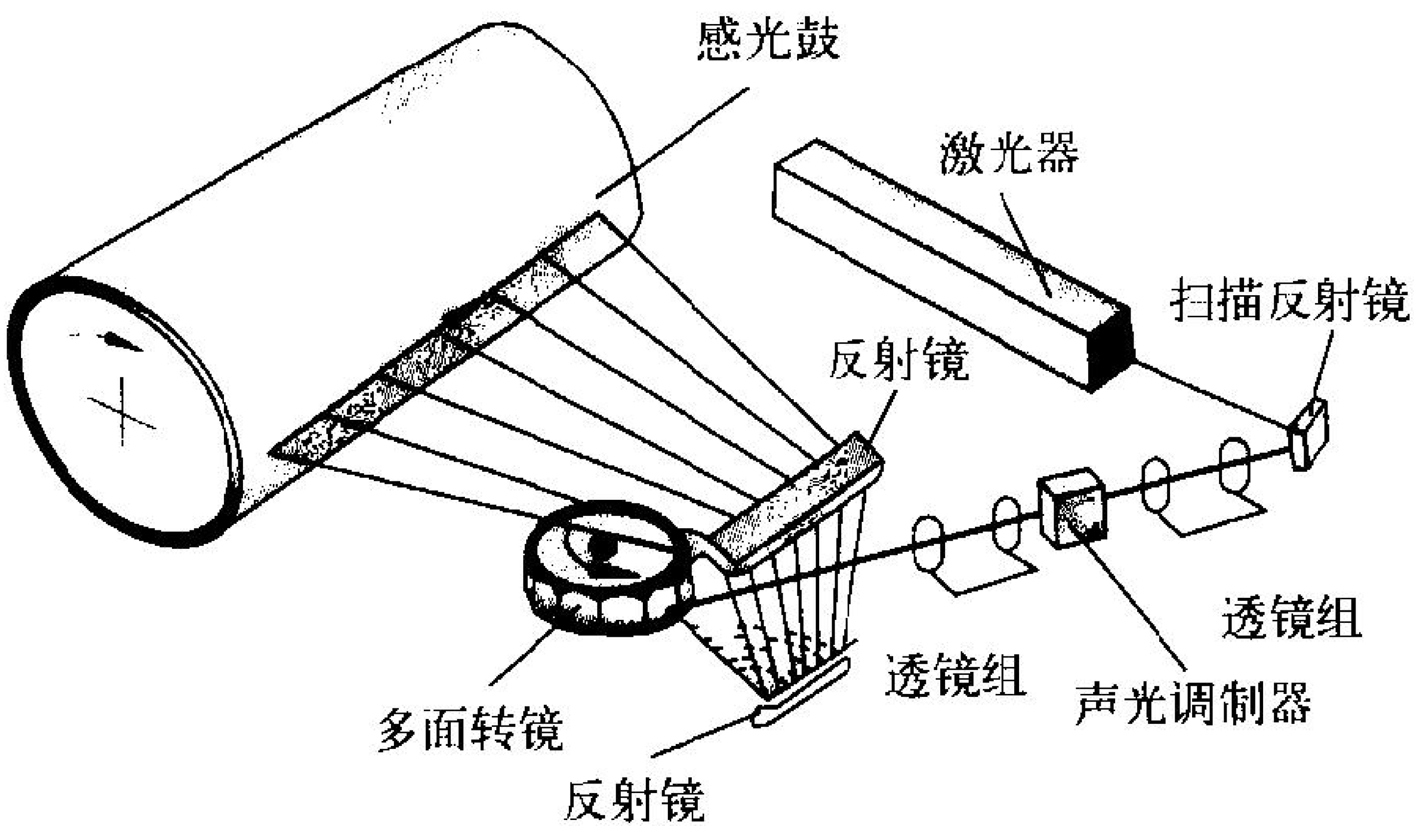



图2　激光打印机光学系统示意图

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

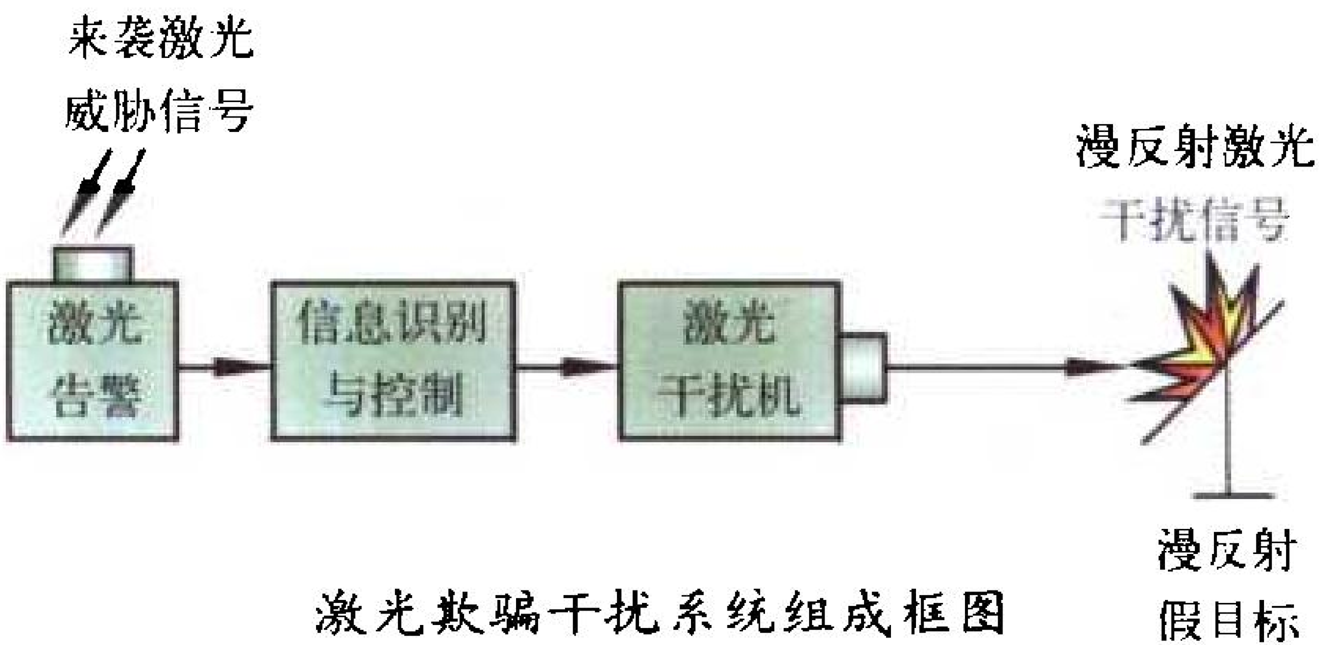
jiguang fanghu

**激光防护**　laser protection　防止激光对人体伤害的措施和装置。眼睛是人体对激光最敏感的器官，目前武器装备中所用的激光器大多数（主要是近红外和可见光波长）对人员眼睛构成很大的威胁。皮肤受强激光照射，亦可引起灼伤或过度角膜化等病变。紫外线的长期照射，有可能增加皮肤癌的发生几率。大功率大能量激光的直接照射，甚至通过镜面反射的照射，可引起皮肤烧伤，以至深层组织的破坏。因此，在使用激光装置过程中，包括训练和试验过程，必须严格按照激光安全标准，采取合理的防护措施，以免激光对人体特别是对人眼的损伤。目前，激光人眼安全防护器材主要有防护眼镜、防护面罩、滤光片等；而对皮肤的防护主要采取一些防止措施，例如在实验室中应尽量避免激光的直接照射和镜面反射，并对可能被照射的部位加以遮蔽，例如穿戴激光防护衣具，尽量减少皮肤的外露面积。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

jiguang ganrao

**激光干扰**　laser jamming　利用辐射、散射、吸收激光能量，破坏或削弱敌方光电探测和制导系统正常工作的一种电子干扰。激光干扰包括激光有源干扰和激光无源干扰。激光有源干扰可分为强激光干扰和激光欺骗干扰。强激光干扰是通过发射强激光能量，破坏敌方光电传感器或光学系统，使之饱和、迷盲，以至彻底失效，从而极大地降低敌方武器系统的作战效能。激光欺骗干扰是通过发射、转发或反射激光辐射信号，形成具有欺骗功能的激光干扰信号，扰乱或欺骗敌方激光测距、观瞄、跟踪或制导系统，使其得出错误的方位或距离信息（见图）。激光无源干扰主要是烟幕干扰和隐身。隐身是利用特殊材料吸收入射激光，减少目标激光散射、降低敌方激光探测能力的干扰措施。烟幕干扰技术参见烟幕。




激光欺骗干扰系统组成框图

（撰写：侯振宁　审订：徐国范）

jiguang ganraoji

**激光干扰机**　laser jammer　通过发射激光欺骗干扰信号或强激光对敌方的激光探测、观瞄、制导武器系统实施干扰，使其失效的激光有源干扰装置。激光干扰机包括激光欺骗式干扰机和强激光干扰机。激光欺骗式干扰机是通过向漫反射假目标发射精确复制的激光制导信号，诱骗激光制导武器，将其引向假目标，从而有效保护军事平台。强激光干扰机是通过发射强激光致盲光束，对敌方光电侦察系统（如热像仪、测距机）和光电制导武器（如激光制导武器、红外制导武器等）的光电传感器、光学系统实施致盲或饱和干扰，使其失效。

（撰写：侯振宁　审订：徐国范）

jiguang gaojing

**激光告警**　laser warning　属于激光被动侦察范畴，是指使

用激光告警接收机及时准确截获敌方激光威胁源如激光测距机、激光目标指示器等发射的激光辐射，确定其来袭大致方向和主要激光参数，向所保护的平台发出报警，为部队提供威胁信息以便采用相应的对抗措施。

（撰写：赵勋杰　审订：孔令春）

jiguang guangyuan

**激光光源**　laser source　采用半导体激光器（LD）的光源。具有体积小、重量轻、输出功率大、可以直接调制、便于与光纤耦合等特点，主要用于光纤通信、光计算机、精密测距以及光信息处理系统中。激光光源一般由电源、主控制电路（包括光功率控制和温度控制）、激光器组件、调制电路、显示电路、衰减电路和保护电路等组成。激光衰减器内包括热敏电阻、半导体制冷器和检测激光后向光的光电检测器，并带有尾纤输出。半导体激光器是温度敏感元件，温度的变化和器件的老化会使输出光功率发生变化，因此，必须消除温度变化和元件老化对输出功率的影响，采取的措施有：自动温度控制技术、自动功率控制技术、过流保护技术以及波分复用器等。（撰写：李为民　审订：陈光褕）

jiguang jingweiyi

**激光经纬仪**　laser theodolite　带有激光测距和光电自动跟踪功能的光学经纬仪。它可实现单站高精度定位和自动角跟踪，是一种现代光学经纬仪。

（撰写：倪树新　审订：卢克成）

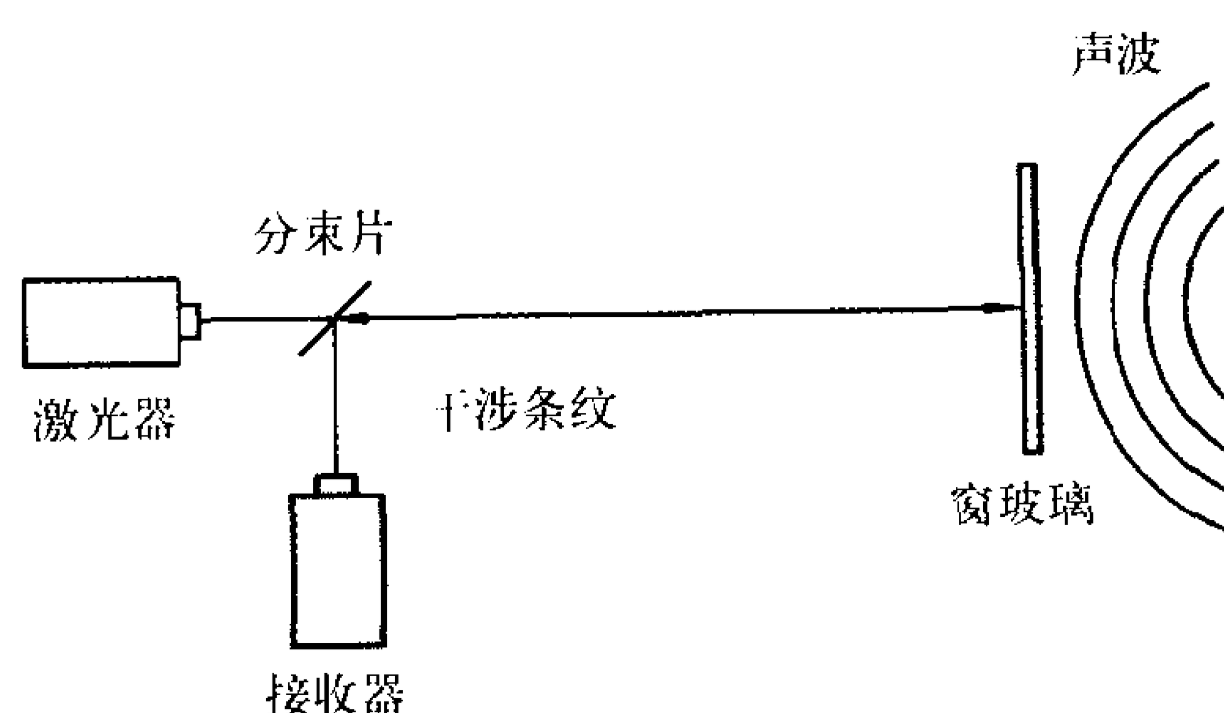
jiguang leida

**激光雷达**　laser radar　利用激光器作为辐射源的雷达。其工作原理与微波雷达类似，一般由发射望远镜（发射天线）、激光器、接收望远镜（接收天线）、激光探测器、信息处理和显示器及跟踪架等组成。由于激光波长比微波短3～4个数量级，因此激光雷达具有测量精度高、分辨率高、体积小、抗地面杂波干扰能力强等优点，其缺点是激光传输受天气影响较大，波束窄也使得对目标的捕获较困难。激光雷达在军事上可用于测量各种飞行目标的轨迹，如对导弹和火箭初始段的跟踪和测量，对飞机和巡航导弹低仰角跟踪测量，对卫星的精密定轨等。激光雷达与红外、电视等光电装备相结合，组成地面、舰载和机载的光电火力控制系统，对目标进行搜索、识别、跟踪和测量。激光雷达还可以监测大气中的污染和毒剂，测量大气的温度、湿度、风速、能见度和云底高度，用于直升机防撞、巡航导弹避障和地形跟随等。

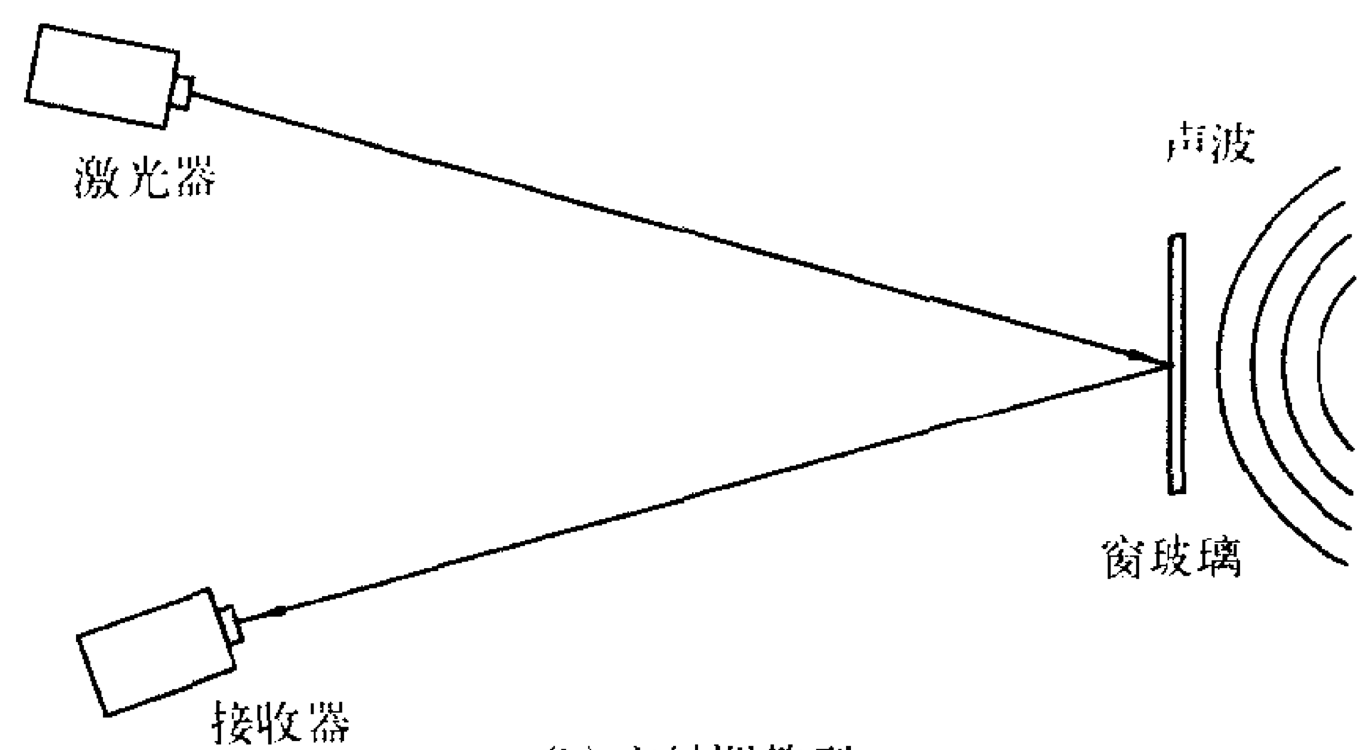
（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

jiguang qietingqi

**激光窃听器**　laser detectaphone　用激光探测技术截获语音




(a) 同轴调整型




(b) 离轴调整型

激光窃听器构型

的仪器。谈话产生的声波会激起附近物体表面随之振动。当激光照射到该物体上并被反射时，反射光会被物体表面的这种机械振动所调制；在被反射回来的激光束的光路中放上一个合适的光波接收机接收反射光，经探测器解调就可以还原出声音信号（见图），达到窃听的目的。通常适合作这种中介物体的有窗户玻璃或声波容易引起它振动并且反光强的薄膜一类物体。（撰写：卢国纬　王戎瑞　审订：梅遂生）

jiguang rehejubian fanying

**激光热核聚变反应**　laser thermonuclear fusion reaction　用高功率激光轰击氘、氚微球的方法产生的热核聚变反应。目前激光聚变装置多用大型钕玻璃激光系统，其峰值功率达太瓦（$10^{12}$ W）以上。现只是一种实验装置，最终是要建成聚变反应堆，实现聚变能的和平利用。这种装置还可用于核爆炸模拟以及等离子体研究。激光热核聚变是通过等离子体的惯性来约束，不需要传统方式的磁约束，因此它的结构较简单、体积小、灵活性大和较为安全。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

jiguang tongxin

**激光通信**　laser communication　又称无线激光通信。以光波作为载波的通信。它和通常的无线电波一样是将要传输的语音、文字、图像等信息调制在光波上，由光发射端机发送经过传输信道到达目的地再由光接收端机接收，经光解调还原为原来的信息。激光通信采用的波长从红外波段、可见光、紫外光甚至到X射线波段。由于光波具有波长极短（可达数百微米至数十纳米，即光载波频率很高，可高达$10^{12}$～$10^{17}$ GHz）、相干性、单色性、方向性好等特点，因此采用激光通信具有：(1)信息容量大，可传送比微波、毫米波高3～5个量级的信息容量，目前已可达近10 Gb/s的高数据码率；(2)激光源的发射光束窄，方向性好，可以做到毫弧度甚至微弧度量级，远小于微波、毫米波，这样可将功率集中在非常窄的光束中，加大了光功率密度，除提高系统性能外，还保证良好的抗干扰及保密性；(3)激光波长极短，相应系统的体积、重量也远小于其他波段。采用半导体激光源的激光系统还具有耗电省、成本低等优点。无线激光通信所传播的信道有近地大气及水下的随机介质信道和类似于真空的自由空间信道，由于信道的不同，决定了激光通信系统的技术难度与性能优劣。（撰写：胡　渝　审订：李振邦）

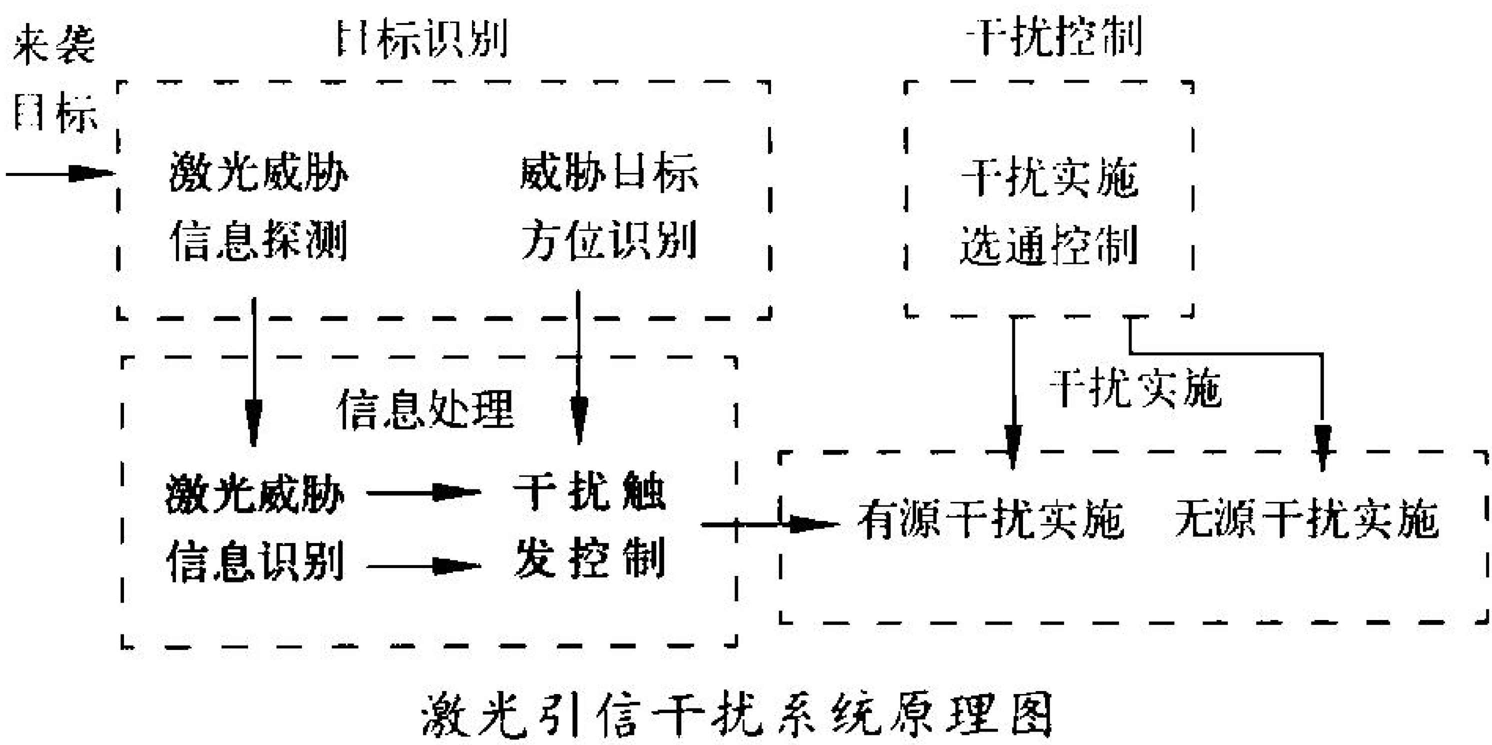
jiguang tongweisu fenli

**激光同位素分离**　laser isotope separation　利用同位素谱线的位移现象，选择合适的激光束照射所要分离元素的分子

或原子蒸气，使其中某一种同位素被电离而达到同位素分离的效果。激光分离同位素具有分离系数高、工艺简单、分离成本低等特点。（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

jiguang yinxin ganrao

**激光引信干扰** laser fuse jamming 通过辐射激光能量使敌方炮弹、炸弹或导弹上的激光引信装置提前引爆或失效的一种干扰方式。它是光电引信干扰的重要组成部分，其对抗的攻击目标是装有激光引信的导弹、炸弹或炮弹等攻击性武器，目的是使激光引信提前输出引爆信号或造成引爆失效，使来袭目标在其威胁半径以外提前起爆或不爆，从而达到保卫被攻击目标的目的。激光引信干扰可以分为两类：(1) 激光引信有源干扰，是指通过人为设置激光干扰源，使其发射的激光干扰信号扰乱激光引信选通系统对目标反射信号的正常识别，造成其判断失误，引起攻击目标早炸或引爆失效的一种干扰方式，一般采用的是转发式的距离欺骗干扰方式；(2) 激光引信无源干扰，是指通过采用无源干扰手段，如烟幕、气溶胶、高反射材料等，来阻断激光引信与被攻击目标之间的传输光路，扰乱引信选通系统正常工作状态的一种干扰方式。激光引信干扰主要由目标识别、信息处理、干扰控制和干扰实施四个部分组成(见图)。




激光引信干扰系统原理图

（撰写：张洁 审订：徐国范）

jiguang zhencha

**激光侦察** laser intelligence 使用光电设备对敌方的激光辐射进行截获、定位和识别，使用激光能量去搜索、探测敌方目标的存在所采取的各种技术措施。激光侦察分为被动侦察和主动侦察。(1) 被动侦察是利用接收设备截获和识别激光威胁源，并确定其方向。主要有激光告警接收机和激光侦察监视接收机等。激光告警接收机的主要使命是完成战场支援侦察，它的作用是及时准确探测敌方激光测距机、激光目标指示器等发射的激光辐射，确定其来袭方向和激光参数，包括激光脉冲重复频率、编码和波长等，向所保护的平台发出警报，以便采取对抗措施；激光监视接收机是在战前进行的情报搜集活动，目的在于获取某地区敌激光源的情报资料，包括对它们发射的激光信号进行探测、识别和定位。激光主动侦察的设备一般有激光雷达、专用的激光侦察机等。(2) 主动侦察是通过发射激光束对战区进行扫描，提取目标回波，分析判定其参数，以便发现所关注的战术目标。在国外有的与激光战术致盲武器构成作战系统使用。如美国陆军的车载式激光致盲武器 Stingray，主要由专门搜寻光学观瞄设备和光电探测设备的搜索扫描激光雷达和有源干扰激光器组成。Stingray 在作战时首先用激光雷达对战场进行大范围扫描侦察，发现目标后，立即启动有源干扰激光器对目标实施致盲干扰。（撰写：赵勋杰 审订：孔令春）

jiguang zhimang ganrao

**激光致盲干扰** laser blinding jamming 通过发射强激光能量，使敌方光电传感器失效的一种干扰方式。激光致盲干扰主要是破坏光学系统或传感器，因为光电传感器材料的光吸收能力一般来说都比较强，入射其上的光能量大部分被吸收，结果引起温度上升，造成破裂、碳化、热分解、熔化、汽化等不可逆的破坏。有时强激光也可造成光电传感器放大电路的过流饱和或烧断，从而使观瞄器材致盲，跟踪与制导装置失灵，引信过早引爆或失效等。它的主要特点是攻击精度高、反应时间短、应用范围广。从 20 世纪 80 年代开始，美国应用此技术研制了一系列手持、车载和机载激光致盲武器，最典型的是“虹鱼”(Stingray) 车载激光致盲武器(见图 1)，采用 Nd：YAG 板条脉冲激光器，单脉冲输出能量约 100 mJ，可破坏 8 km 远的光电传感器。还有在“虹鱼”技术上发展起来的“贵冠王子”(Coronet Prince) 机载激光致盲武器以及“骑马侍从”(Outrider) 车载激光致盲武器和车载前沿激光武器 (FALW) 等。激光致盲干扰系统包括侦察设备、精密跟踪瞄准设备、强激光发射天线、高能激光器和指挥控制系统，原理见图 2。



图 1 “虹鱼”车载激光致盲武器

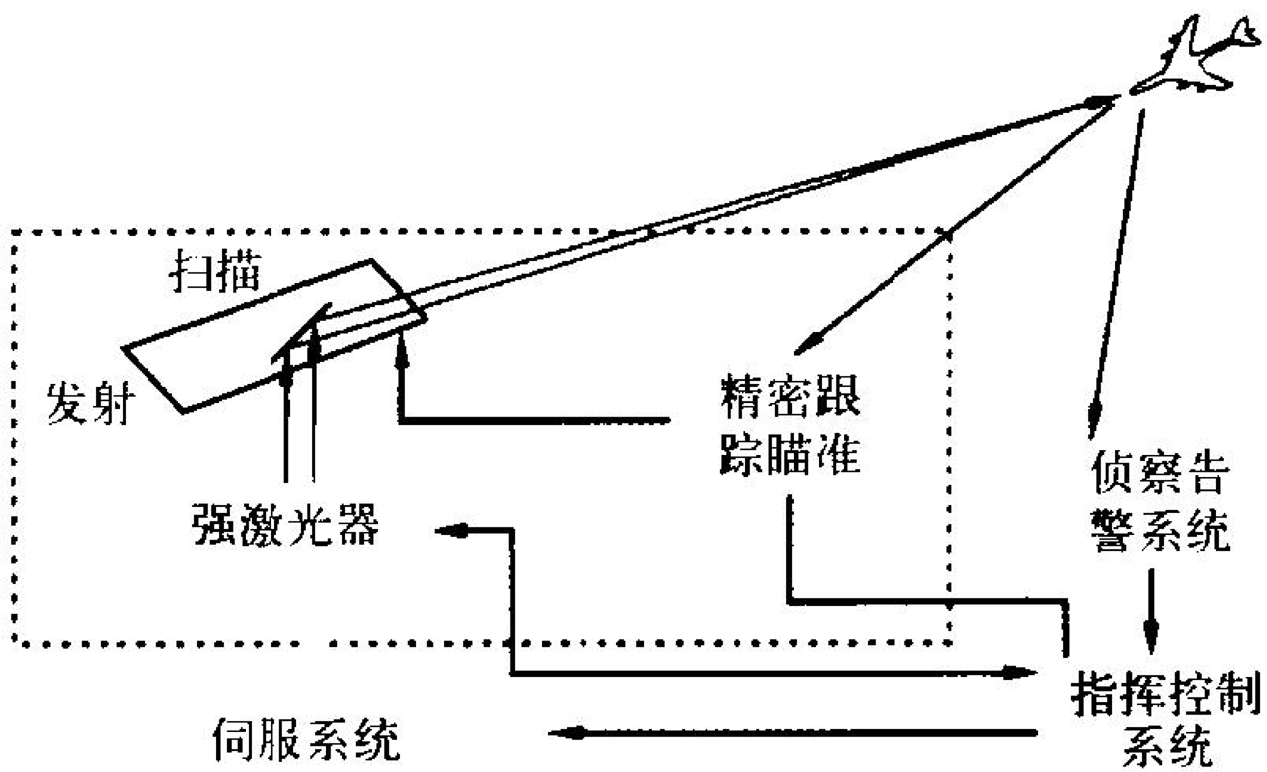



图 2 激光致盲干扰系统原理图

（撰写：张洁 审订：徐国范）

jiguang zhimang wuqi

**激光致盲武器** laser blinding weapon 利用激光束照射人眼和武器装备中的光电传感器，使之受到干扰、迷盲、过载或造成损伤的一类激光武器。这类武器可以使光电观察仪器失效，光电跟踪与制导系统失控，弹头光电引信失灵，也可以使驾驶员、射手等人员因视觉障碍而失掉作战良机，并且会产生强烈的心理威胁。因此，激光致盲武器是一种有效的光电对抗装备，能起到干扰、压制或阻遏敌人光电武器装备的作用。20 世纪 90 年代中期，国际上已经开始签署禁止生产和使用激光致盲武器的公约。

（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

jiguang zhixuan ganrao

**激光致眩干扰** laser dazzle jamming 一种强激光干扰技

术。通过发射较强的激光能量，使敌方光电传感器饱和，以致暂时失效的一种干扰方式。它与激光致盲干扰的区别是发射激光能量的强弱不同，激光致眩干扰发射的激光能量较弱，光电传感器被饱和后还能恢复。美国研制的便携式激光致眩器(DAZER)，样机采用镍化镉作为动力源，能够攻击摄像机和夜视仪等各种光学传感器，并能破坏坦克和装甲车上的光学传感器，达到软杀伤的目的。

（撰写：张 洁　审订：徐国范）

jihua leida

**极化雷达**　polarimetric radar　利用目标雷达反射截面积(RCS)在不同极化方式下所表现出的差异，来提取目标的特征信息，或从背景杂波中区别出目标的雷达。极化雷达至少要有两个不同极化方式的接收通道，相应地有时也要有两个极化发射通道。理想的极化雷达能够确定每一个可能目标的极化散射矩阵，并利用这种极化信息来选择和识别特定的目标。现代雷达利用目标回波中的极化信息能够在多方面获益。就对空、对海和对地探测目标的雷达而言，主要获益在以下三个方面：(1)提高目标检测能力，通过发射和接收的极化状态选择，使特定目标的回波增强，便于检测；对既定信噪比的目标回波，提取其中的极化信息；(2)提高抗干扰性能，主要是利用干扰电波与目标回波之间的极化状态差别，提取回波而抑制干扰，提高目标的信噪比；(3)开辟目标识别的新途径，即在频域和时域之外，在极化领域中提取不同目标回波的特征，进行目标分类和识别。极化雷达的应用包括非合作目标识别，杂波抑制的自适应极化，测量地表性能。极化雷达虽然在结构上较常规雷达(或单极化雷达)复杂，但因其得益可观，正在迅速崛起和发展。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

jicheng bofenfuyongqi jiefuyongqi

**集成波分复用器/解复用器**　integrated wavelength division multiplexer /demultiplexer　在一个传输媒质中同时传输两个或多个中心波长不同的光波，叫做波分复用(WDM)。能把两个或多个中心波长不同的光波同时耦合到一个薄膜光波导中传输的光学器件，叫做集成波分复用器(合波器)；能把由两个或多个中心波长不同的光波组成的输入光信号分解开，并使之在互相独立的集成光波导中传输的光学器件叫做集成波分解复用器(分波器)；同时具有这两种功能的器件叫做集成波分复用器/解复用器(双向耦合器)。这类器件常由集成在衬底薄膜上的透镜之类的耦合器件、光波导和棱镜、光栅、滤光器等波长选择元件组成，以完成分波和合波的功能。　（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng dianlu

**集成电路**　integrated circuit (IC)　使用一定的加工工艺将电子电路中的有源器件（二极管、晶体管）、无源元件（电阻、电容、电感）及其互连布线一起制作在半导体晶片或绝缘基片上，形成结构紧密并具有特定的电路功能(如振荡、放大、逻辑运算等)或系统功能的整体电子电路。英国皇家雷达研究所的达默最早提出集成电路概念，1952年5月，他认为随着晶体管工艺和半导体技术的进展，可能实现在一块固体上制成无连线的电子设备。1958年美国得克萨斯州仪器公司的奇尔比(J. Kilby)研制成功第一块集成电路(锗)，获得了2000年度诺贝尔物理学奖。从分立元、器件到集成电路，是半导体技术发展的一个飞跃。按结构、工艺可分为单片集成电路和混合集成电路两大类。按功能用途可分为数字集成电路、模拟集成电路、微波集成电路、光电集成电路等几大类。按集成度(单芯片含元、器件的数量)可分为小规模集成电路(SSI)、中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)、超大规模集成电路(VLSI)、特大规模集成电路(ULSI)、巨大规模集成电路(GSI)、系统芯片(SOC)等。

（撰写：景佩苏　审订：全毓铨）

jicheng dianlu ceshi xitong

**集成电路测试系统**　IC test system　IC计算机辅助测试(CAT)的硬件部分，用于测量IC的静态参数、动态参数和功能的专门测试系统。其种类繁多，有通用数字集成电路测试系统、模拟集成电路测试系统、数模混合集成电路测试系统、在片自动探针直流测试系统、在片瞬态或射频测试系统以及专用电路测试系统等。测试系统主要由参数测试仪、IC自动传输测试架、数据记录和分类装置等构成。各类测试系统在IC CAT中分别运行特定的测试软件，对器件和IC进行自动化测试和分类，结合测试数据管理软件，给出测试结果和分析。专门的测试系统则需要专门设计，并对测试仪器进行系统集成。　（撰写：乔宝文　审订：陈效建）

jicheng dianlu jisuanji fuzhu ceshi

**集成电路计算机辅助测试**　IC computer aided test (IC CAT)　借助计算机技术进行集成电路参数的自动或半自动测试，以快速高效地给出批量生产的IC的准确参数和分析处理结果。IC CAT系统由IC CAT软件、测试设备和数据处理三部分组成。典型的IC CAT软件有Tegas，Logicap，LASAR，CATS，Hilo-2，Hitest，Newsim等。测试设备是指自动化测试系统，作用是按测试程序要求对IC进行功能、直流参数和交流参数的测试，给出合格/不合格判据。测试数据处理是通过测试数据管理系统实现数据采集、统计和分析，并可具有质量控制和过程控制等功能。随着集成电路向高集成度和复杂化的方向发展，IC CAT的主要目标是寻求和解决电路的可测性，并减少生成和执行测试程序所需的时间。由于IC类型的不同，IC CAT系统的种类很多，且在不断发展。

（撰写：陈新宇　审订：陈效建）

jicheng dianlu jisuanji fuzhu sheji

**集成电路计算机辅助设计**　IC computer aided design (IC CAD)　IC设计工程师借助一整套IC CAD软件工具，完成指定的IC功能的系统级设计、逻辑设计、电路设计、版图设计和测试码生成等集成电路设计工作和数据文件，最后提供可进行集成电路制造的全套IC版图。集成电路计算机辅助设计软件支持用户进行IC的全流程设计，包括适于多层次和混合信号描述的硬件描述语言（如VHDL、AHDL、MHDL)及其编译器；电路逻辑图输入工具与编辑器；逻辑模拟、电路模拟、器件模拟和工艺模拟的仿真工具；可测性分析和测试码生成软件；版图生成与编辑工具；设计规则检查工具；掩模数据生成及后处理软件等。

集成电路计算机辅助设计的设计方法主要有以标准单元、门阵列为主的半定制设计方法；以EPLD、FPGA为主的现场可编程设计方法；以CPU(或DSP) Core为核心的集成系统设计方法。其设计思想一般遵循Top down的设计，即系统设计→逻辑设计→电路设计→版图设计和测试码生

成，并向系统设计、综合设计、虚拟设计及并行设计的方向发展。在集成电路开发的复杂性和时限性的要求下，集成电路的计算机辅助设计（CAD）正向计算机辅助工程（CAE）和电子系统设计自动化（ESDA）方向发展。计算机辅助设计已形成一套成熟的理论、技术、产品，得到了成功的应用。

（撰写：陈新宇　审订：陈效建）

jicheng dianlu jisuanji fuzhu zhizao

**集成电路计算机辅助制造**　IC computer aided manufacturing (IC CAM)　高度自动化的IC生产线、全工艺过程模拟系统和计算机管理系统。高度自动化的IC生产线是指其各工艺装备都已实现计算机控制和单机高度自动化。全工艺过程模拟系统包括物理模拟（用于优化工艺步骤、工艺条件和器件结构、减小工艺改进周期）；3D工艺模拟（减小工艺改进的消耗）；可靠性模拟（通过提供的内部结构，如浓度、外形、应力、氧化物等，评估工艺对器件特性和成品率的作用，快速确定新工艺的可靠性结果）等。计算机管理系统包括生产线的信息实时管理系统，一般包括在线生产过程监控（PCM）和在线工艺成品率统计分析（CPK，SPC）系统；加速生产周转及合理使用资源的硅片跟踪和调度系统；控制颗粒污染的无纸管理系统等。IC CAM技术保证了工艺的一致性、高效率与高成品率。目前IC CAM和IC CAD、IC CAT的结合日趋密切，并向生产自动化方向发展。

（撰写：陈新宇　审订：陈效建）

jicheng dianlu kekaoxing

**集成电路可靠性**　integrated circuit reliability　集成电路（IC）在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。将可靠性的概念定量化，即IC在规定的条件下，规定的时间内，完成规定功能的概率，可称为IC可靠度。IC的可靠性还常用失效率、平均寿命等特征量来表征，失效率参见集成电路失效。平均寿命是IC寿命或失效前工作时间的平均值。质量良好的IC的平均寿命可达$10^9$ h以上。可靠性和功能及电特性一样是IC的重要质量指标。它在一定程度上决定了使用IC的系统的可靠性。IC可靠性主要取决于设计、工艺和制造过程的控制。影响IC可靠性的因素除工作时电压、电流和耗散功率容量不足外，主要有：氧化层及其他介质钝化层的质量，热载流子效应，欧姆接触和互连金属条的电迁移，静电放电（ESD）损伤，CMOS电路的闩锁效应以及组装和封装带来的缺陷等。有关IC可靠性的主要工作内容包括：可靠性设计、可靠性模拟、可靠性评价、失效分析和可靠性物理研究。晶片制造过程中在晶片上插入各种工艺监测器，或称工艺监控图形，通过对工艺监测器的测试或试验，进行统计过程控制（SPC）可对晶片的可靠性和工艺质量进行评价和监控。通过对可靠性物理的深入研究和工艺及可靠性模拟仿真，确定工艺控制参数与产品可靠性的相关性，有可能以监控工艺输入参数为主，评价和保证IC可靠性。这种思想称为内建可靠性。（撰写：金毓铨　审订：林金庭）

jicheng dianlu kekaoxing shiyan

**集成电路可靠性试验**　integrated circuit reliability test　为测定、验证和提高集成电路（IC）可靠性而进行的试验。可靠性试验与其他试验的主要区别在于其反映的产品特性是产品能承受某些应力的时间特征，例如工作寿命试验（或称电耐久性试验）。为确定产品的可靠性特征量是否达到要求的水平而进行的试验，称为可靠性验证试验。这类试验进行前应有明确的可靠性指标。为确定产品可靠性特征量的值而进行的试验，称为可靠性测定试验。为暴露产品可靠性的薄弱环节，以便有针对性地采取改进措施而进行的试验，为验证改进措施的效果而进行的试验，称为可靠性增长试验。为剔除有缺陷因而可能发生早期失效的产品而进行的试验称为可靠性筛选试验。有时为尽快得到试验结果，在不改变失效模式和机理的前提下，可提高应力进行试验，以缩短试验时间，称为加速试验。在不同等级的应力条件下对产品进行试验，分析试验结果可确定应力对产品失效的加速作用。在试验过程中应力保持不变的试验，称为恒定应力试验；随时间分阶段阶梯式增加应力的试验，称为步进应力试验；随时间连续增加应力的试验，称为序进应力试验。为评价设计、工艺或芯片质量可针对失效机理进行某些专项的可靠性试验，例如在一定温度和电流密度下对互连金属条进行电迁移特性的评价试验。（撰写：金毓铨　审订：林金庭）

jicheng dianlu sheji zhongxin

**集成电路设计中心**　IC design centre　专门从事IC设计的实体。集成电路发展初期，集成电路的设计与生产制造通常是一个整体。随着IC CAD技术的飞速发展以及工艺加工水平的日趋完善，集成电路设计逐渐与工艺加工部门分离、形成独立的设计中心，专门从事IC设计工作。目前集成电路设计中心有下列四种类型：⑴和集成电路生产制造部门同属于一个公司的IC设计中心；⑵无芯片制造部门的IC设计中心，又称IC fabless，可自行完成集成电路的设计及相应的IC版图设计，由foundry线加工生产；⑶接受客户委托设计的IC设计公司，又称design house，用户委托IC设计中心设计并买断知识产权，设计出的IC全套资料交由用户处理；⑷电子整机厂家成立的IC设计中心，为自己的产品服务、设计ASIC等。IC CAD设计中心的建立，提高了集成电路的设计水平、完善了设计与用户间的联系，促进了集成电路产业的迅速发展。（撰写：陈新宇　审订：林金庭）

jicheng dianlu shixiao

**集成电路失效**　integrated circuit failure　集成电路（IC）丧失规定的功能。失效的表现形式，例如开路、短路、增益降低等称为失效模式。引起失效的物理、化学变化等内在原因，称为失效机理。为确定失效模式、失效机理以及改进措施而对失效样品进行的分析，称为失效分析。引起IC失效的常见原因参见集成电路可靠性。工作到某时刻尚未失效的电路，在该时刻后的单位时间内发生失效的概率，称为IC的失效率。失效率是IC的主要可靠性特征量。常以$10^{-9}$/h为单位，此时可记为Fit。质量良好的IC的失效率可达到$10^{-9}$/h的水平。由于制造中的某些缺陷，IC在工作初期常表现有较高的失效率，这些失效称为早期失效。常用寿命这一随机变量的分布函数或密度函数来描述失效概率与时间的关系。当失效有规律时，通常失效服从指数分布、威布尔分布或对数正态分布。失效有时是突发的，通过事前的监测不能发现特性的变化和失效的征兆，称为突然失效。另外一类失效是某些特性逐渐变化，最后导致失去规定的功能，称为渐变失效，或退化失效。（撰写：金毓铨　审订：林金庭）

jicheng dianlu weixi jiagong jishu

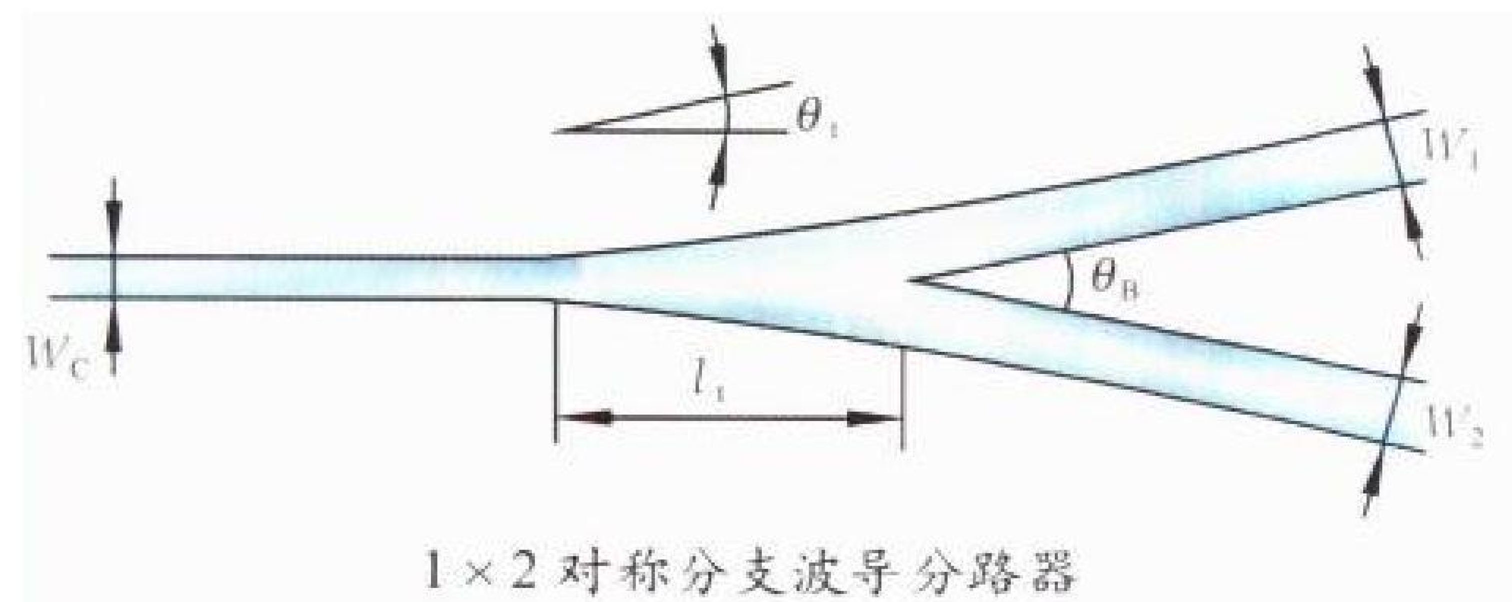
**集成电路微细加工技术**　IC microfabrication technology　集

成电路(IC)制造工艺中最小图形为0.1 ~ 1.0 μm 尺度的加工方法(0.1 μm以下，100~ 1 nm 称为纳米加工技术)。微细加工技术是IC的全套制造技术进入亚微米尺度的一种称谓。它的主要技术包括微细图形加工技术；薄膜、超薄膜生长技术；精确控制掺杂技术以及净化技术等全套IC制造工艺。微细图形加工技术包含电路掩模制作技术、曝光刻蚀技术、微细图形检测技术等。薄膜、超薄膜技术是指半导体外延膜和各种绝缘膜、金属膜的生长和加工技术，外延层、氧化层的厚度可薄至纳米量级。净化技术属微细加工对环境的严格要求，涉及对工艺场所、工艺装备、纯水、试剂和各种气体，以及各项工艺操作的颗粒污染的分级控制。集成电路微细加工过程实际上是多次反复进行薄膜形成、光刻与掺杂的过程。光刻是微细加工技术的核心。

（撰写：黄念宁　审订：陈效建）

jicheng guanggonglü fenluqi

**集成光功率分路器** integrated optical power dividing device　将主波导的光功率分配给多个支路的薄膜器件。典型的是分支波导组成的光功率分路器，其设计中主要考虑的是能量分配和辐射问题。例如1×2对称的分支波导（如图所示），过渡区张角要求很小，即 $\theta_1 \leq 1/250$，以此确定过渡区长度 $l_1$，分叉角 $\theta_B$ 约为1/60，以尽量减少辐射损耗。有时也用偏转光栅作光功率分路器。

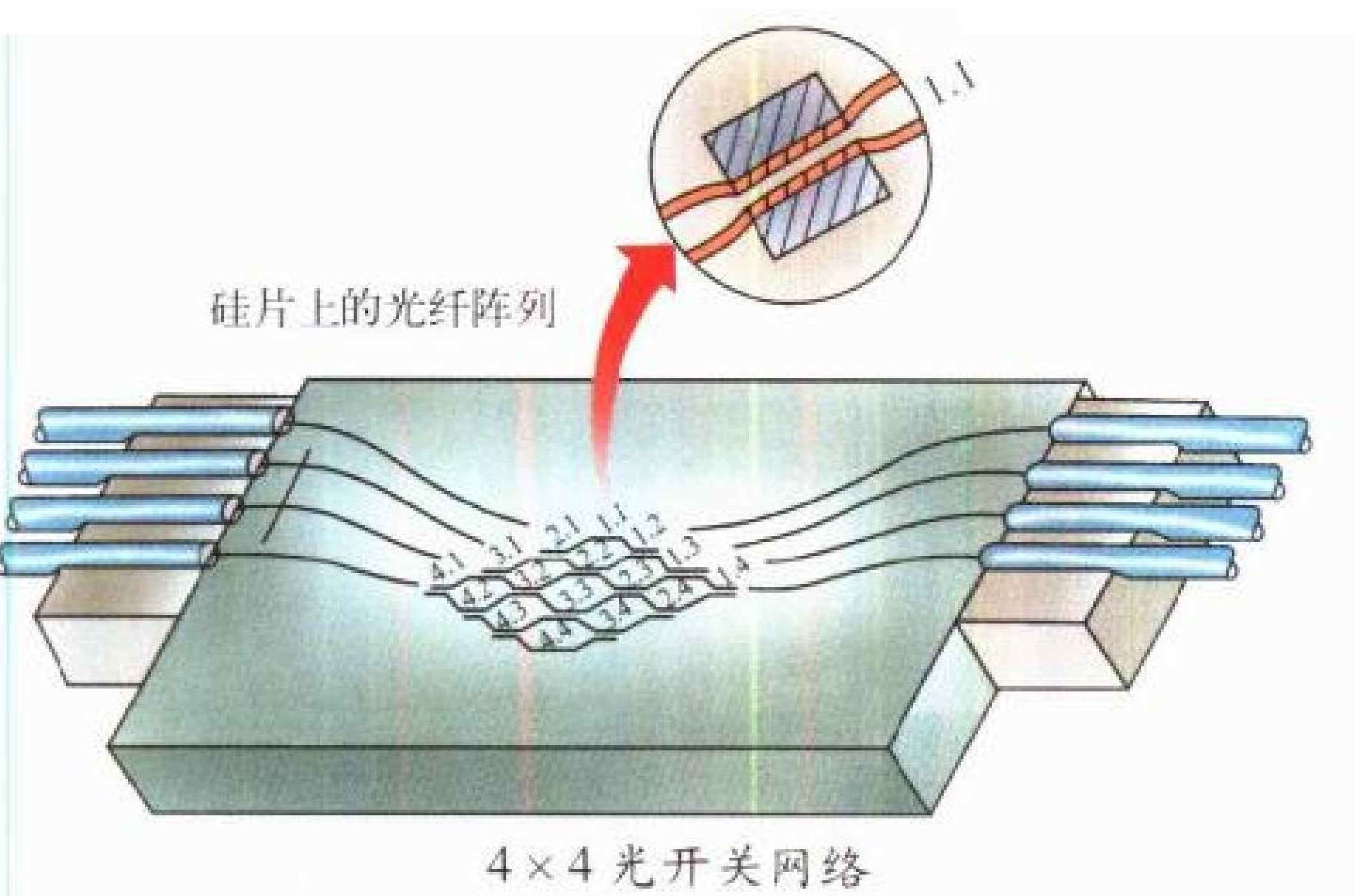



1×2对称分支波导分路器

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng guangkaiguan

**集成光开关** integrated optical switch　能够有选择地将光纤或集成光路中的光信号从一个通路转换到另一个通路的集成光学器件。集成光开关可认为是调制深度接近100%的强度调制器。其原理是：在电、磁或声等控制信号的作用下，元件的特定区域的折射率发生变化，从而使光波从一个波导转换到另一个波导。通常光的通断比达到25 dB以上时即可满足应用要求。4×4 LiNb $O_3$ 波导开关阵列如图所示。

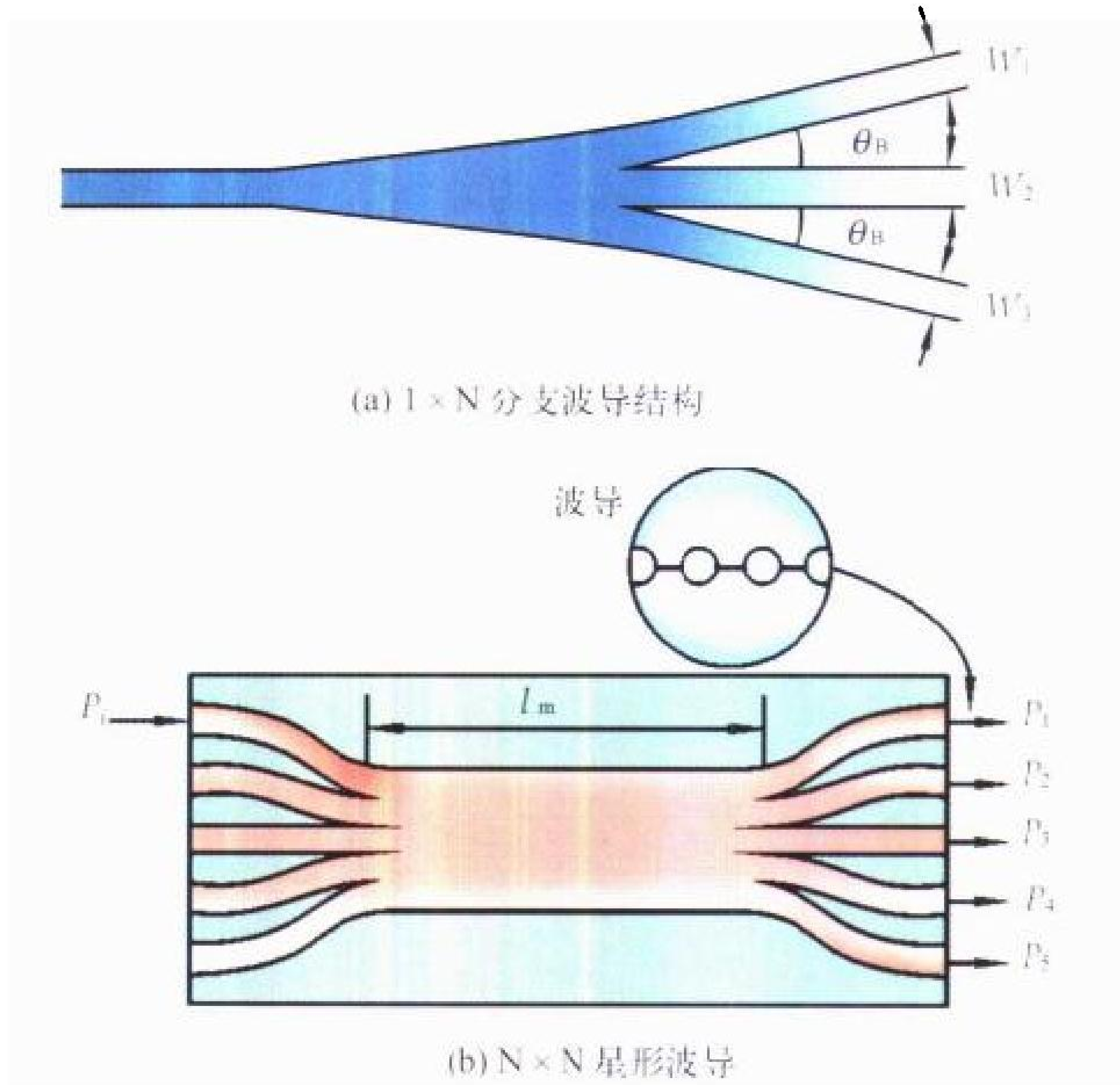



4×4光开关网络

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng guang'ouheqi

**集成光耦合器** integrated optical coupler　利用集成光学技术在薄膜上制成的光耦合器。它的功能器件之一是在三个或多个薄膜光波导之间分配光功率，如1×N型分支波导和N×N型星形分支波导，如图所示。另一种功能器件是在光源或检波器与薄膜光波导之间进行光功率耦合。由于集成光学技术能在衬底上制作多种集成光学器件，如波导透镜类的膜折射率透镜、愣勃(Lumeberg)透镜、光栅透镜等；波导反射镜类的几何结构型、折射率分布型、光栅型和棱镜型反射镜以及波导棱镜类等，因此光源或检波器与薄膜波导的耦合可选用合适的集成光学元件作光耦合器，达到最佳的结果。

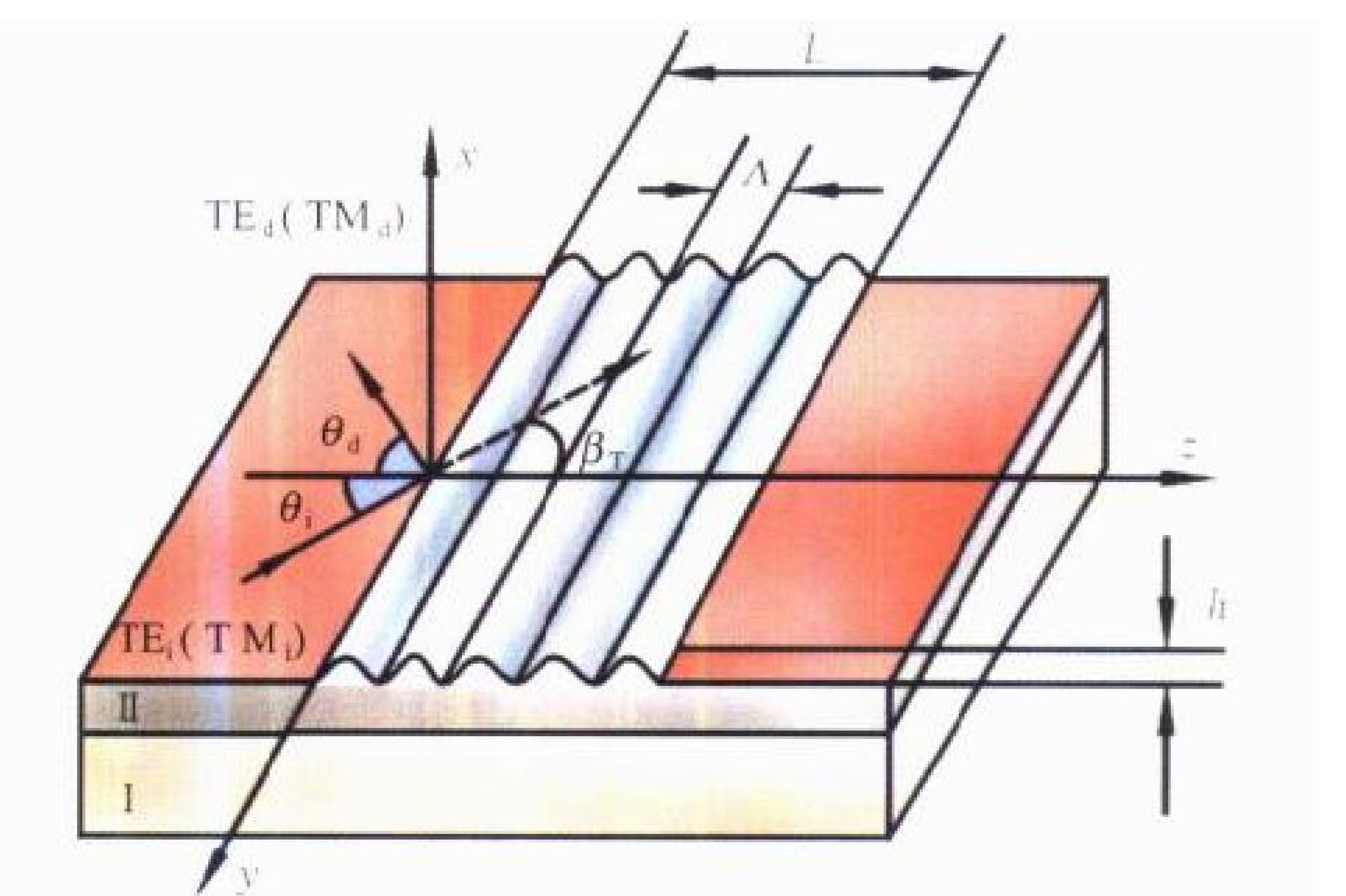



集成光波导耦合器

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng guangshu pianzhuanqi

**集成光束偏转器** integrated optical beam deflector　用于改变导模光波方向的集成光学元件。导模光波在进入有效折射率不同的两种介质的界面时常会产生折射和反射，从而改变光波的传播方向。改变光波导介质的有效折射率的方法很




平面波导光栅偏转器

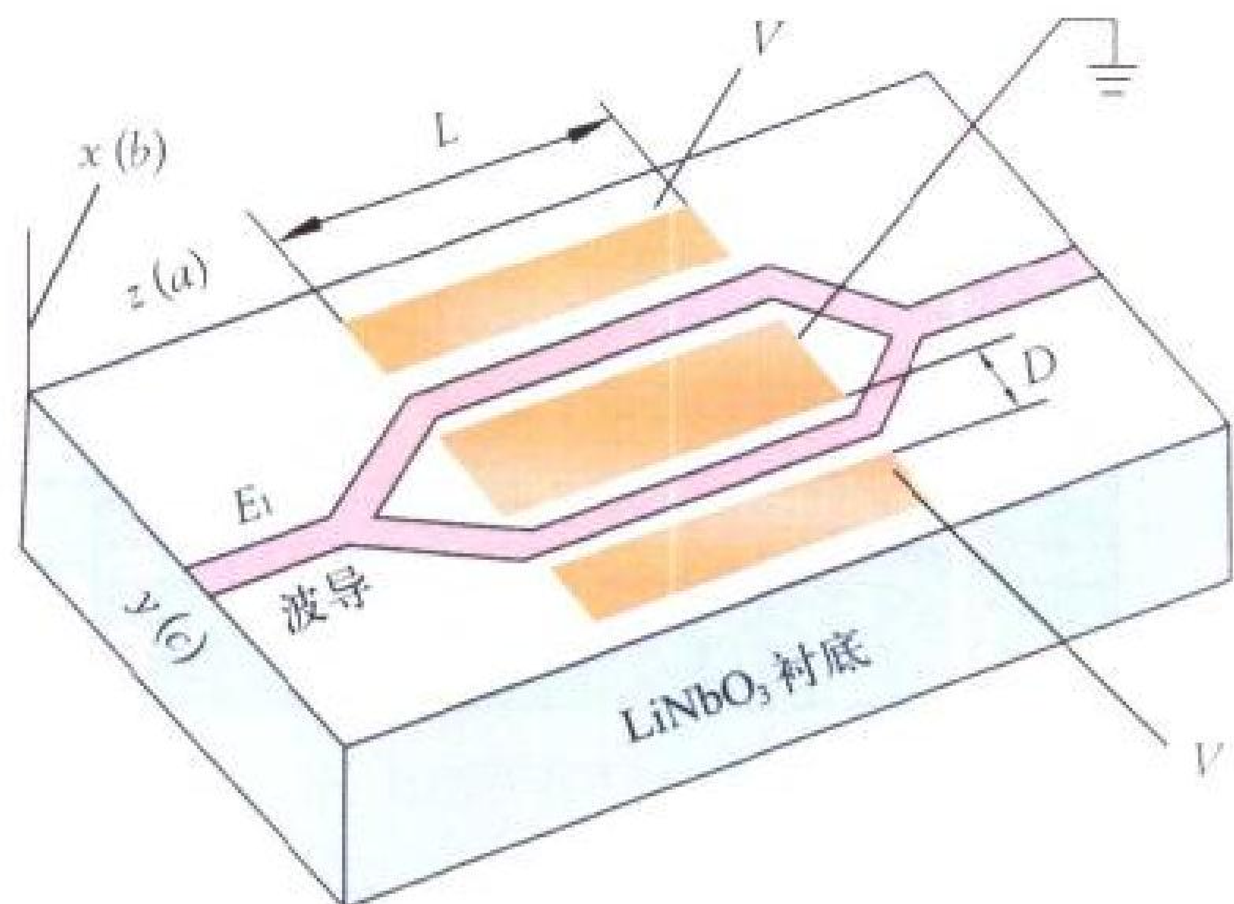
Λ—光栅周期；$L$—光栅长度；$\theta_i$—入射角；$\theta_d$—反射角；I—衬底；II—波导；$h$—光栅深度；TE—横电波；TM—横磁波；$\beta_T$—横向相位传播常数

多，常用离子交换、扩散、注入、晶体生长等方法改变特定区域的薄膜折射率，和用刻蚀等方法制成诸如平面光栅、楔形薄膜等特定的几何形状，或者是两者的结合，以获得具有适当有效折射率的局部区域，达到偏转光波方向的目的。典型的平面波导光栅偏转器如图所示。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng guangtiaozhiqi

**集成光调制器**　integrated optical modulator　集成在薄膜上能调制光载波参数的光学器件。根据光载波的被调制参数，集成光调制器分为相位调制器、强度调制器、频率调制器和偏振调制器等。基本原理是利用外加的电、磁、声等调制信号改变薄膜特定区域折射率、光吸收系数等物理参数，从而




M－Z 电光波导强度调制器

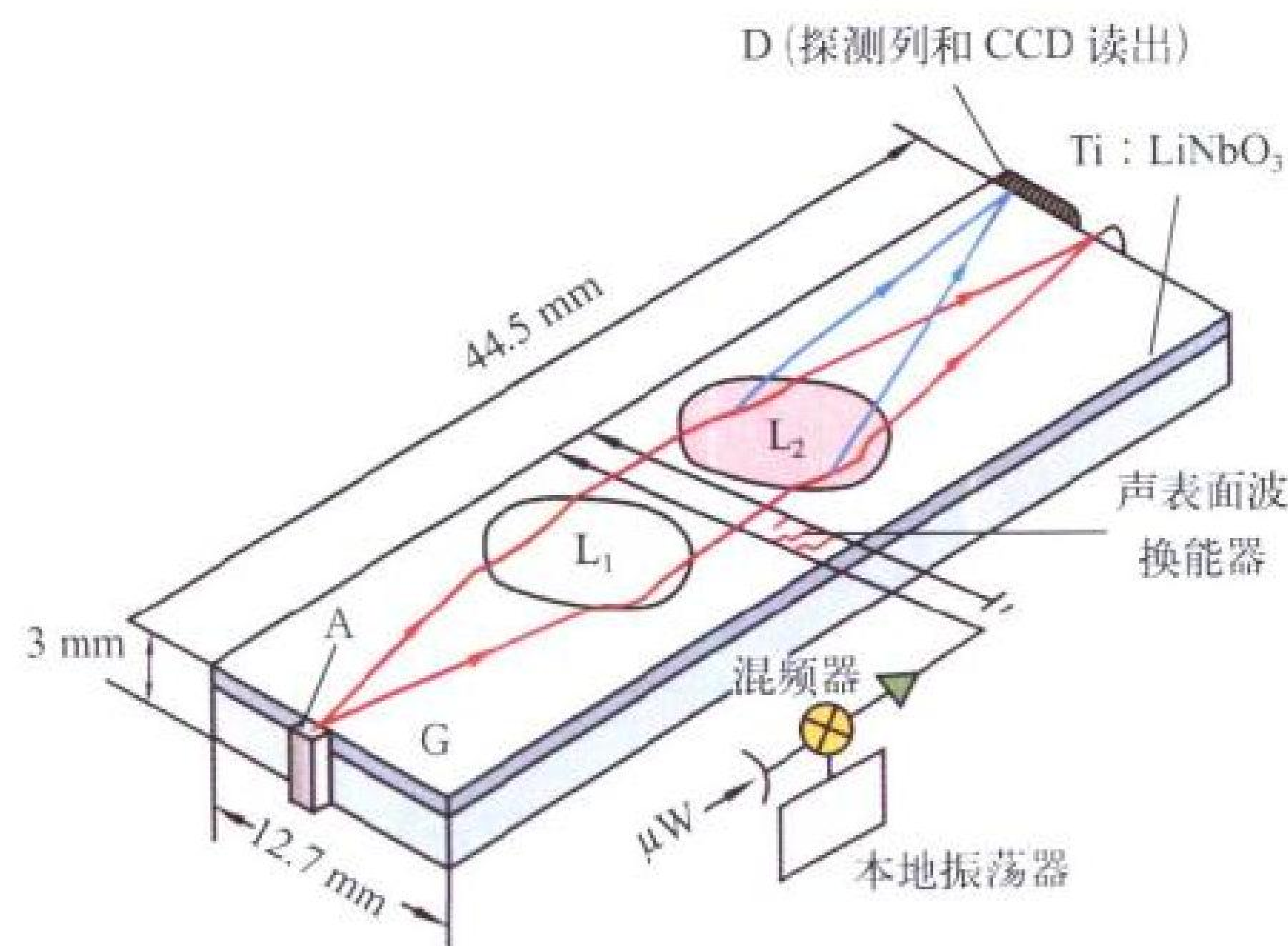
使其中传播的光载波的某种参数随外加信号的变化而变化，达到调制的目的。典型的马赫—岑德（Mach－Zehnder）强度调制器是由两个偏振相同的调相波合成而实现强度调制功能的，其结构如图所示。输出—输入强度的关系为

$$I_o = I_i(1 + \cos kLV)/2$$

式中 $I_o$、$I_i$ 分别为输出和输入的光强；$k$ 为与材料的物理参数和器件结构有关的常数；$L$ 和 $V$ 分别为电极板的长度和外加电压。　（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng guangxue pinpu fenxiqi

**集成光学频谱分析器**　integrated optics spectrum analyzer (IOSA)　由集成光学元件和声光偏转器构成的频谱分析器件（见图）。从激光器 A 发出的光束耦合进入平面波导 G，首先




非共线结构集成声光频谱分析器原理图

经波导透镜 $L_1$ 准直，然后通过布喇格声光偏转器偏转，最后经波导透镜 $L_2$ 会聚在光电探测器阵列 D 的像元上；被分析的微波信号经接收天线放大后输入声换能器。声光调制后的衍射光偏转角大小与其强弱决定于输入信号频率与强度，因此探测器像元信号代表了输入信号的一个特定频道，而接收光信号强弱对应输入信号幅度。集成光学频谱分析器具有工作频带宽，信号截获率高，可同时识别多个目标信号等传统电子侦察所不具备的特点，用于雷达和通信情报侦察。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

jicheng guangxue yuanjian

**集成光学元件**　integrated optical device　在半导体、晶体、玻璃、高分子材料等衬底上制作的各种薄膜光波导和应用光学元件，又称 IO 元件。分为有源集成光学元件和无源集成光学元件两种，包括波导透镜、光耦合器、滤光器、光隔离器、光分路器、光分频器、光调制器、光移相器、光逻辑门、光开关以及激光器、光放大器等。常用衬底材料有 $LiNbO_3$、Si、Ⅲ－Ⅴ族半导体以及有机聚合物等，但也有用几片相同或不相同材料制成的集成光学元件，称之为混合型集成光学元件。　（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jicheng kebianguang shuaijianqi

**集成可变光衰减器**　integrated variable optical attenuator　一种有源集成光学器件。其输出光强被减弱，衰减的量可利用外加的控制信号调节。基本原理是利用电光、磁光、声光、热光等效应，改变工作媒质的折射率或光吸收系数，从而改变其输出信号能量的分布角度或分布密度，使在一定方向上的确定角度区域内传输的光波能量可调。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

jiqun yidong tongxin

**集群移动通信**　trunked mobile communication　专用于调度的无线通信系统。集群 trunking 的含义是系统具有的全部可用信道可为系统全体用户服务，具有自动选择信道的功能。集群移动通信系统是共享资源、分担费用和改善服务的多用途、高效能的无线调度系统。集群系统与公众移动通信系统的区别是：集群系统主要业务是移动台之间通过基站进行通信，也允许少量用户通过基站与市话用户通信；集群系统常采用半双工通信方式，即基站工作于双工方式，而无线用户为异频单工方式；集群系统主要用于调度、指挥，通话时间短，为了容纳更多用户，均设有限时功能；集群系统工作频段以 800 MHz 为主，也有 450 MHz 和 350 MHz 频段；集群系统采用大区制组网方式，基站天线高，发射功率大、覆盖范围大，但系统容量较小；集群系统常用一对多的通话方式，对于不同级别调度台加优先级别的划分；集群系统多信道共用，按需分配的利用率更高，接续时间很短；集群系统常提供单呼、群呼、自动重发、繁忙排队/回叫、当前用户优先、误导移动台保护、紧急呼叫、多层优先等级、动态重组、选择电台重组、自我诊断等适用于调度的功能。

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

jituanjun zhihui kongzhi xitong

**集团军指挥控制系统**　corps command and control system　为陆军集团军提供战场信息并进行融合处理，生成战场综合态势，以及为指挥员提供辅助决策方案、作战计划和实时指

挥控制的指挥自动化系统。由于集团军具有较高的机动性，因此集团军指控系统一般设计为机动形式，并且将对集团军所属各兵种及其协同作战的指挥控制分布在多个机动式系统中，机动系统又由多个车载指控单元构成。集团军指挥控制系统通常由军、师、团三级指挥所系统及野战地域通信系统组成，如图1所示。每个集团军指挥所系统的多方舱结构如

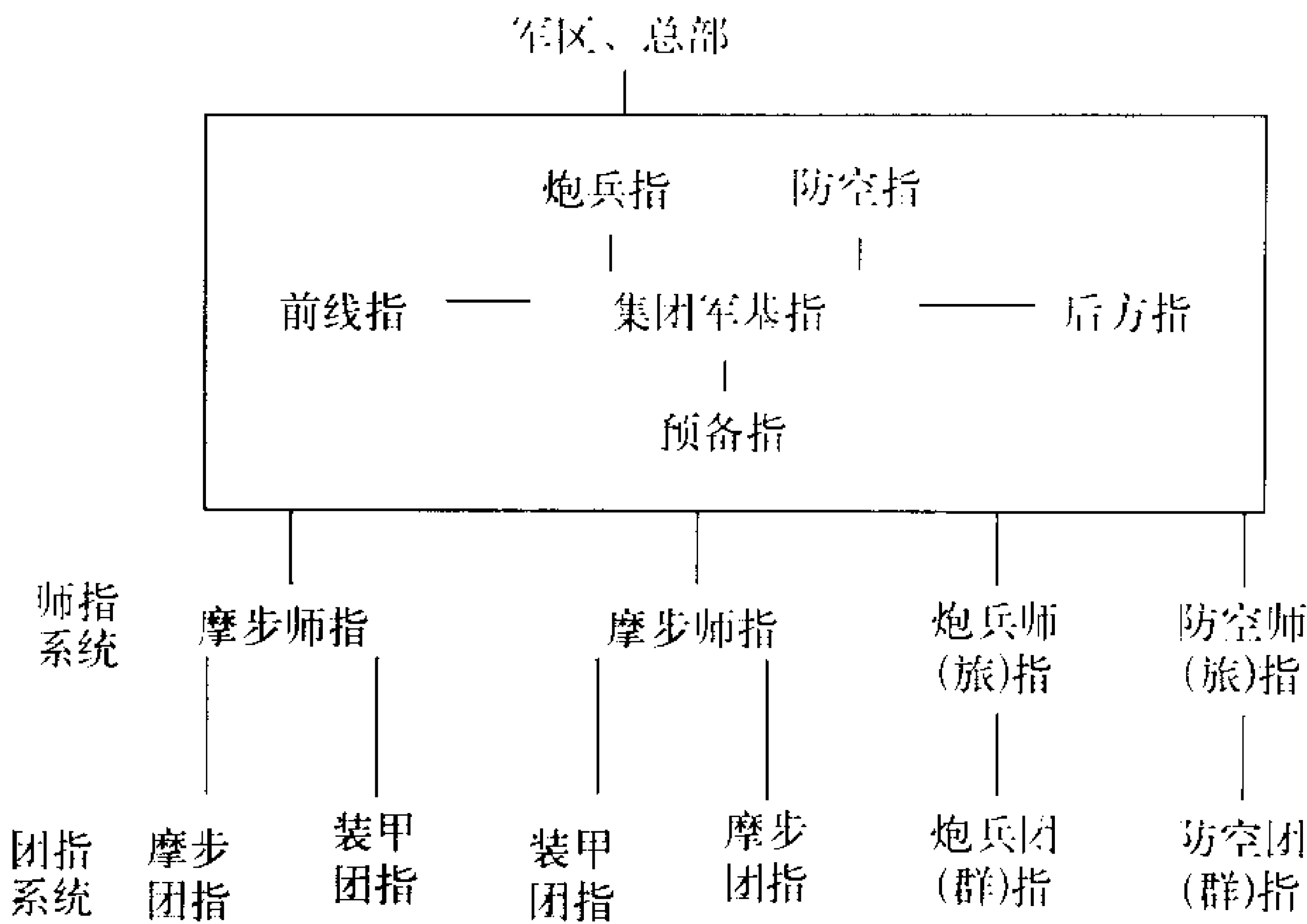



图1 集团军指挥控制系统基本构成图

指—指挥所

图2所示。指挥员在指挥单元进行指挥决策并发布命令。与作战指挥关系密切的作战训练、侦察及炮兵、装甲、防空、电子战、陆航等兵种/部门的首长和参谋人员在相应作战业务单元实施相应作战保障作业。信息处理单元主要负责情报、图形、文电和多兵种共享数据库的信息存储与处理。通信保障单元提供集团军指控系统各指挥所之间及与上级、友邻的通信保障，包括通信资源的使用与管理等。集团军指控系统的技术支持功能包括图形与地理信息系统、战场态势标绘系统、军用文电系统、数据库系统、系统监控等。系统的战役战术功能包括战场空间感知信息接收与处理、作战指挥

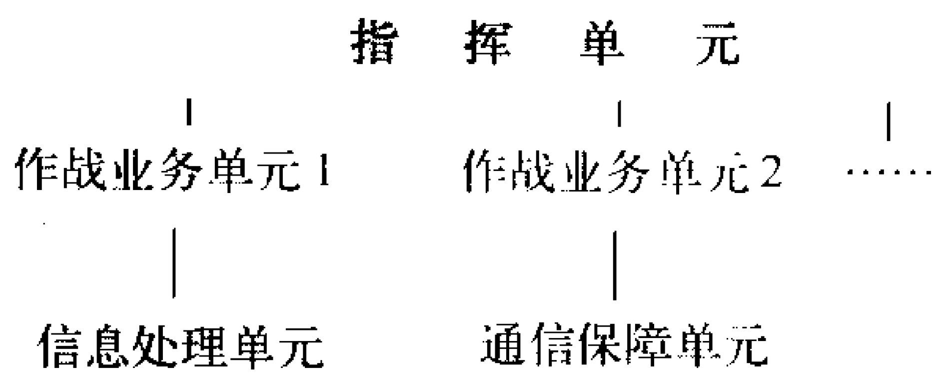



图2 集团军指挥所系统结构图

决策支持、各兵种/部门参谋业务处理等。各指挥所系统可根据级别和业务内容设置相应的席位，完成所需功能。集团军指控系统网络结构分各单元/车内局域网、指挥所各单元/车内与车间的光纤/无线局域网、指挥所间及与上级及友邻系统之间的远程交换数据网/野战地域网等三级。各网络节点上的工作席位可根据需要选择不同档次的计算机，网络之间一般采用TCP / IP协议进行互联。

（撰写：赵宗贵　审订：何　松）

jixianqi

**集线器** concentrator　在开放系统互联参考模型(OSI / RM)的最低层——物理层上实现中继的一种网络互联设备(如图所示)。它是通信网络中用于恢复、转发信号的设备。这种设备有双口的，也有多口的，双口的称中继器，多口的称集线器。主要用来扩展网络电缆或光缆的长度、连接网络段。电子信号通过传输媒体时会发生信号衰减，媒体越长，衰减越厉害，从而可能引起信号丢失。一般每个网络段可允许的粗电缆长度不大于500 m，这样就限制了网络可用的覆盖范围。为此可用集线器将若干段电缆连接起来，它把从一段电缆接收到的信号经过放大、补偿和整形后，转发到另一段电缆上去，扩展了网络覆盖范围。集线器也可以在不同的媒体之间转发信号。还可以连接现成的局域网，但必须是同类型的，即有相同的通信协议




集线器在物理层上使网络互联

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

J

jizongzhong yuanjian geliqi

**集总(中)元件隔离器** lumped-element isolator　一种各端口内部都与集总元件网络相联的隔离器。目前主要用于微波频率低频段和甚高频段，可显著缩小隔离器的尺寸。参见集总(中)元件环行器。（撰写：李克文　万　飞　审订：刘　剑）

jizongzhong yuanjian huanxingqi

**集总(中)元件环行器** lumped-element circulator　又称集总(中)元件结环行器。一种各端口内部都由集总阻抗元件网络相连接的环行器。在较低的微波频段(频率低于1000 MHz)运用Y形带线环行器的原理制作环行器显得太大、太重，因此可以在带线中心导体结处构成集总(中)元件的电感，同时在各臂加上适当数值的电容来分别调谐各个臂。这样，用结构紧凑、体积小的集总(中)元件来代替分布参数的带线，就使环行器体积大大减小。这种环行器目前主要用于微波频率低频段的甚高频段。采用薄膜工艺集总元件环行器，可用于微波集成电路，在移动通信系统中有大量应用。

（撰写：李克文　万　飞　审订：刘　剑）

jihe jingdu yinzi

**几何精度因子** geometric dilution of precision (GDOP)　表示用户与导航信号源的几何关系对定位误差影响大小的度量。在测量误差相同的条件下，当用户与导航信号源的几何关系不同时，用户定位误差的大小将不同。在GPS系统中，用几何精度因子(GDOP)表示用户与导航信号源的几何关系对定位误差影响的大小，常用的精度因子有：几何精度因子(GDOP)、位置精度因子(PDOP)、水平精度因子(HDOP)、垂向精度因子(VDOP)和时间精度因子(TDOP)。它们表示了定位或时间误差是伪距测量误差的多少倍，其表达式分别为

PDOP × 伪距误差 $(1\sigma)$ = 三维空间用户位置的径向误差 $(1\sigma)$

HDOP × 伪距误差 $(1\sigma)$ = 用户水平位置的径向误差 $(1\sigma)$

VDOP × 伪距误差 $(1\sigma)$ = 用户垂向位置的误差 $(1\sigma)$

TDOP × 伪距误差 $(1\sigma)$ = 用户时钟偏差的等效距离误差 $(1\sigma)$

这些精度因子的相互关系为

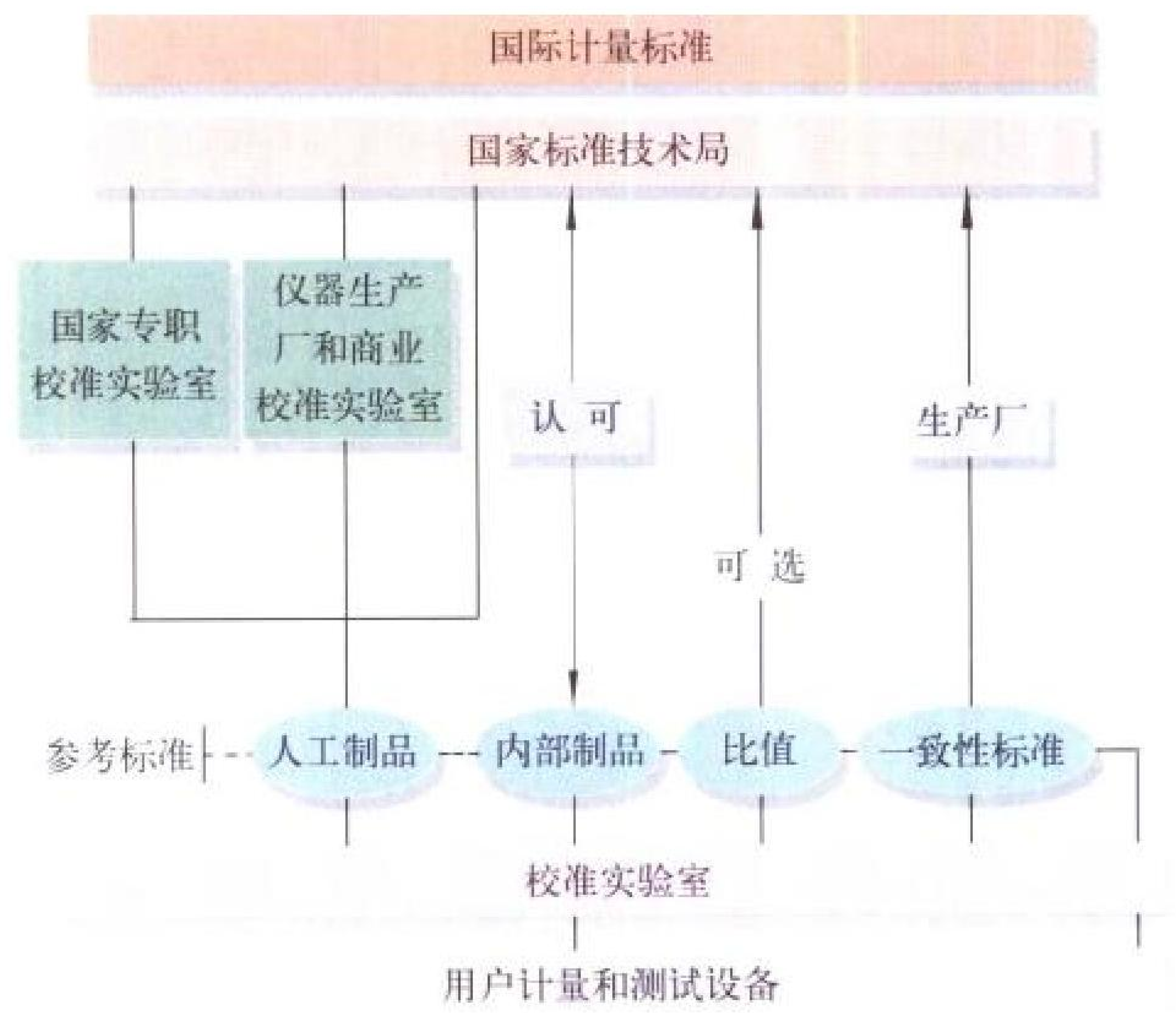
$$GDOP^2 = PDOP^2 + TDOP^2$$

$$PDOP^2 = HDOP^2 + VDOP^2$$

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

jiliang yu jiaozhun

**计量与校准** metrology and calibration 校准是计量学研究的主要内容。在计量学中用于校准的设备通常称为计量器具。校准的目的是确保测试仪器在使用中的测量误差限制在允许范围内，或者是确保测量仪器的精度符合测试的要求。为了保证测量的精度，必须对测试仪器进行校准。校准实际上就是将一台精度已知的仪器（计量器具或标准仪器）与一台未知精度的、被校的测试仪器进行比较的过程。实现这个比较过程的基本方法有两种，即直接比较法和间接比较法。计




计量对国家标准的可溯源性

量标准是指那些用来进行校准的测量设备或提供标准的计量器具。测量标准包含：参考标准或原始标准、传递标准或工作标准、人为标准、内部标准、工业标准和标准件。为了保证各种标准的测量精度，各种标准应具有可溯源性（见图）。可溯源性就是为确保测量精度，使之能够溯源至一个可接受的测量参考源的过程。（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

jishuqi

**计数器** counter 在数字系统中用于计算脉冲的数目，以实现数字控制与测量的集成电路。计数器是数字系统中一种基本电路，用于记录脉冲的数目，由可以记忆不同状态的各类触发器为基本计数单元再加上控制电路组成。它可以存放数据，并可根据工作需要对数据进行定量增减，广泛用于计算机和各种数字系统。按计数进位制、功能、预置和清除方式、工作方式等可分为众多类别。

（撰写：景佩苏 审订：全毓铨）

jisuan baomi

**计算保密** computational security 又称实际保密。评价密码体制（算法）保密性的一种模式。与理论保密不同，密码分析者实际上拥有的计算资源（时间、人力、设备和资金等）都是有限的。在这种情况下，如果一个理论上可破译的密码体制（算法）能抗得住密码分析者的破译攻击的话，则称之为计算上保密的密码体制（算法）。计算保密是一个相对的概念，它依赖于对现实和未来资源的预测以及算法本身的设计难度。（撰写：雷利民 审订：朱甫臣）

jisuanji bingdu

**计算机病毒** computer virus 一种能进行自我复制的一组计算机指令或代码，一般被怀有恶意的破坏者插入在正常运行的程序中，在适当的环境下能被激活运行，其结果可能破坏计算机功能或者毁坏数据，影响计算机使用，甚至造成硬件损坏、网络瘫痪等灾难性的后果。计算机病毒的特点：(1) 传染性。计算机病毒可以从一个程序传到另一个程序，从一台计算机传到另一台计算机，从一个计算机网络传到另一个计算机网络。每个程序、每台计算机、每个计算机网络既可能是被传染的对象，也可能是传染源。(2) 繁殖性。计算机病毒在传染的系统中，可以利用系统的环境进行自我复制，增加自身的数量。(3) 针对性。计算机病毒传染对象具有针对性，如针对磁盘引导程序、针对可执行文件等。(4) 潜伏性。计算机病毒在传染的计算机中不一定立刻发作，而是在满足一定条件时才发作，因而在发作之前，病毒在系统中没有表现症状，也不影响计算机的正常运行。(5) 表现性。病毒被触发激活以后，不同的病毒会有不同的症状，如运行速度减慢、显示异常、文件被删除、系统死机等。(6) 变种性。计算机病毒可以演变，形成多种变种病毒。

（撰写：穆良知 审订：黄月江）

jisuanji bingdu ganrao

**计算机病毒干扰** computer virus jamming 利用各种计算机病毒以前门耦合或后门耦合方式入侵敌方计算机系统或网络，以扰乱、破坏其程序的正常运行和操作能力的一种干扰，是一种新型的电子战武器。计算机病毒是一种依附在各种计算机程序中的一段具有破坏性、能自我繁衍的有害程序。它能使整个系统或网络受到感染从而导致系统或网络紊乱、瘫痪。计算机病毒干扰的主要对象是：与敌对国政治、外交、科技、经济等有关的计算机设备、系统和各种信息网络；与敌军事指挥、控制、通信和计算机及情报系统相关的数据库等；与作战行动有关的计算机系统。计算机病毒干扰的优点是：干扰作用时间长、范围广；高度隐蔽、欺骗性强；容易突破敌方不设防系统，病毒可植入敌方最薄弱环节，即便被发现也难以根除；干扰功能具有广泛的适应能力，不受敌系统工作方式、频段、体制的约束；成本低、使用方便。（撰写：王 燕 审订：索以宾）

jisuanjicu

**计算机簇** computer cluster 利用互联网络，将一组高性能工作站或高档微机按一定方式连接起来，在并行程序设计环境的支持下，统一调度、协调处理，以实现高效并行计算

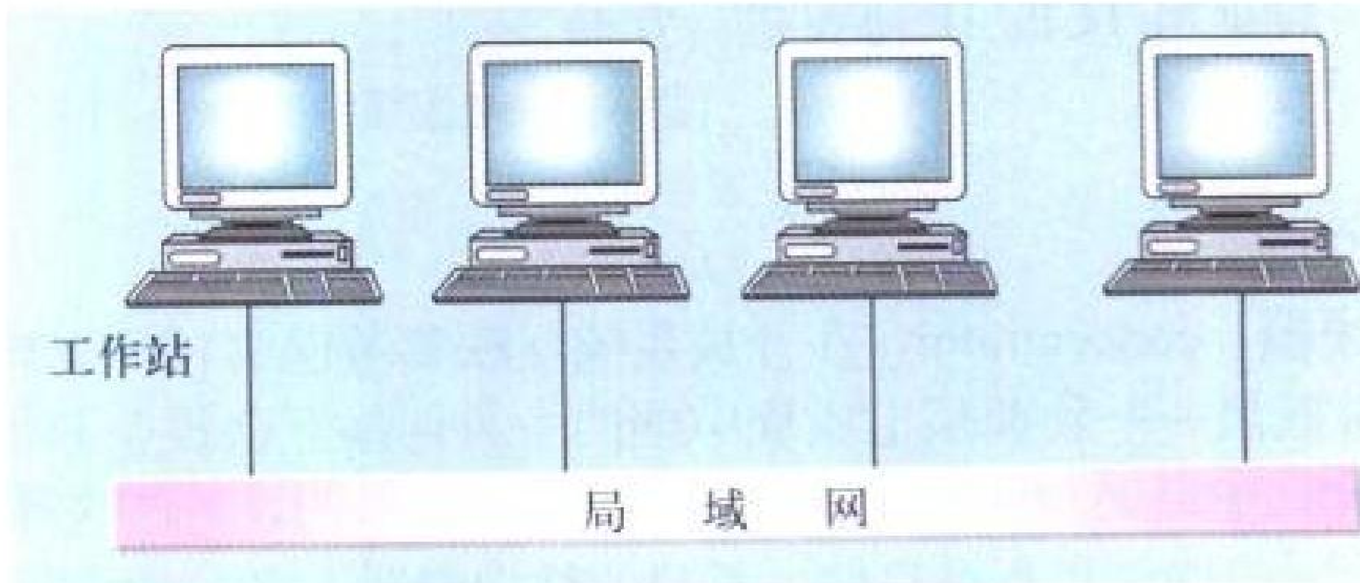



图 1 工作站群机系统

的分布式计算机系统。计算机簇中的计算机，可以是同构的，也可以是异构的，通常用工作站实现，因此也称为工作站群机或工作站网络。如图1所示。由于工作站群机系统技术上较简单，经济代价小，而且有资源复用的优点，即系统内的工作站既可作工作站正常使用，又同时是并行处理系统的一个处理单元。正是由于这些优点，工作站群机系统成为当前并行处理领域研究的热点之一。互联网通常使用局域网，也可以是交换网或交换式高速以太网等。图2所示为计算机簇的软件结构图，其中操作系统通常为Unix。设计和实现计算机簇要解决好两个问题：一是想方设法降低处理机或进程间的通信开销；二是设计和实现一套友好的、高效的并行程序开发环境和工具系统。

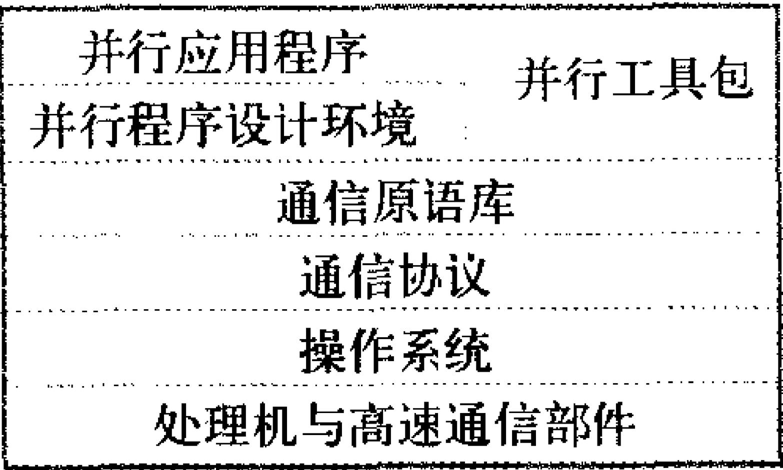


图2 计算机簇软件结构

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

jisuanji donghua

**计算机动画** computer animation 利用计算机生成一系列可供实时演播的画面的技术。计算机动画可以辅助传统卡通动画片的制作，也可通过对三维空间中虚拟摄像机、光源及物体运动和变化的描述，逼真地模拟客观世界中真实的或虚构的三维场景随时间而演变的过程。所生成的一系列画面可在显示屏上动画演示，也可将它们记录在电影胶片上或转换成视频信息输出到录像带上。计算机动画系统通常分为两大类：⑴计算机辅助动画，它属于二维动画处理技术；⑵模型动画，又称三维计算机动画。计算机动画研究的主要内容有：动画形体造型及其运动控制与描述、动画绘制技术和算法、关节体与人体动画、动画系统的集成环境、特殊视觉效果生成技术和专门硬件及接口等。计算机动画的研究始于20世纪60年代，80年代中后期，三维计算机动画技术迅速发展，并达到实用化、产品化阶段。它的应用涉及娱乐、广播、教育和科学研究等各个方面。其主要应用领域有：⑴影视领域，如电影特技、片头制作、动画片制作等；⑵商业领域，如广告制作；⑶教育领域，如用于辅助教学、集娱乐与教育于一体的教育软件等；⑷科学、技术领域，如用于科学计算可视化、复杂系统中的动态模拟；⑸军事领域，如军事训练、作战模拟、驾驶员训练模拟等。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji fangzhen

**计算机仿真** computer simulation 利用计算机建立、校验、运行实际系统的模型以得到模型的行为特性，从而达到分析、研究该实际系统之目的的一种技术。计算机仿真过程是：⑴建立实际系统的数学模型；⑵将其转变成能在计算机运行的仿真模型；⑶设计在计算机上对模型进行实验的框架；⑷在计算机上运行模型，以得到模型的行为特性；⑸对行为特性进行分析，必要时可修改模型，重复上述步骤，以达到研制和开发实际系统之目的。根据系统数学模型描述特点的不同，计算机仿真一般分为连续系统仿真与离散事件系统仿真两大类。计算机仿真始于20世纪40年代，目前已得到广泛的应用。它可以应用于系统生命周期的三个阶段：⑴系统论证一分析，在此阶段计算机仿真可用于论证新系统建立的可能性及必要性，减少盲目性和投资风险；⑵系统开发一建立，在此阶段计算机仿真可用于试验所建立的系统的动态性能、缩短研制周期；⑶系统运行一维护，在此阶段计算机仿真可用于对系统运行进行指导，提高系统运行质量。计算机仿真的系统是广义的，它包括工程系统，如电气系统、热力系统、计算机系统等；也包括非工程系统，如交通管理系统、生态系统、经济系统等。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji fuzhu ceshi

**计算机辅助测试** computer aided test (CAT) 利用计算机作为辅助工具所实现的测试过程。在测试领域的自动测试系统是计算机辅助测试的典型应用例子。CAT技术已广泛应用于各科学领域及军事武器装备的功能测试中，如雷达综合测试系统、导弹综合测试系统的故障诊断等。CAT需要计算机和测试仪器的硬件支持和软件支持。计算机要能控制测试仪器的工作，并与测试仪器交互各种控制命令和测试数据。因此，构成系统的测试仪器必须是可程序控制的；计算机要能与测试仪器交换数据，必须具有符合统一标准的接口和通信规约；为了便于编制系统的测试软件，必须具有符合测试要求的编程语言。为此国际上已制定了相应的标准。其接口标准有IEEE 488.1 / 2-1975 (GPIB)、IEEE-1155-1992 (VXI)；提供的软件及仪器编程语言有 HPBASIC（GPIB）、SCPI (GPIB)、VISA (VXI)、以及Lab windows / cvi 编程语言及Lab view 和HPVEE等图形化编程工具。

（撰写：陈光禔　审订：顾亚平）

jisuanji fuzhu jiaoxue

**计算机辅助教学** computer assisted instruction (CAI) 利用计算机辅助教师教学，以对话方式与学生讨论教学内容、安排教学训练的方法与技术。CAI技术的主要研究内容包括：⑴CAI教学模式，目前CAI系统通常采用的教学模式有6种，即练习、个别指导、对话与咨询、游戏、模拟和问题求解；⑵CAI课件的制作，CAI系统的核心是课件，是由课程教师根据教学要求用CAI写作工具或计算机语言编制的；⑶CAI写作工具与环境，是提供给课程教师编制课件使用的。20世纪50年代中期开始将计算机用于教学管理，60年代末时CAI得到推广，70年代发展成了智能计算机辅助教学(ICAI)。ICAI系统让计算机模拟优秀教师的智能，根据学生的学习情况，调整教学策略，为学生提供一个直观的学习环境。CAI系统通常包括四大模块：⑴专家模块，主要任务是生成问题、提供问题的正确答案、组织教材和生成解决问题的途径；⑵教师模块，主要功能是选择最佳教学策略，评价学生行为和对学生进行有针对性的个别指导等；⑶学生模块，它提供的信息是教师模块作出教学决策的依据；⑷通信模块，包括对话和利用良好的人机界面设计组织教学内容。目前计算机辅助教学朝着分布式大容量系统、智能型系统和多媒体系统方向发展。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji fuzhu ruanjian gongcheng

**计算机辅助软件工程** computer-aided software engineering (CASE) 在软件工程活动中，软件人员按照软件工程的方法和原则，借助于计算机及其软件工具的帮助，开发、维护、管理软件产品的过程。CASE是20世纪80年代后期迅速发展起来的一个软件开发技术领域，它支持软件开发整个

生存期全过程活动，其结构如图所示。CASE工具有：(1) 事务系统规划工具，主要为制定事务信息系统规划提供“元模型”，并利用元模型生成专用事务信息系统模型，以反映单位部门之间的信息流程；(2) 项目管理工具，用于估算项目的工作量、成本，制定进度计划，跟踪项目需求，提供软件开发生产率和产品质量情况；(3) 支撑工具，包括文档工具、操作系统、网络系统软件和质量保证、软件配置管理、数据库管理等工具；(4) 分析和设计工具，用于建造系统模型、评价模型的质量、检查模型的一致性和正确性。模型包括数据表示、数据内容、控制流、控制规格说明、进程表示等。其他的CASE工具有程序设计工具、测试工具、维护工具和用于支持某一领域的原型改造的原型改造工具，以及用于支持数据库管理和配置管理的框架工具等。



CASE结构图

（撰写：曹淑青　李翔　审订：瞿兆荣）

jisuanji fuzhu sheji

**计算机辅助设计** computer aided design (CAD) 利用计算机、采取系统化工程方法，以人机交互方式，辅助设计人员完成设计任务的理论、方法和技术。计算机辅助设计系统是综合计算机图形学、人机交互技术、工程数据库和设计方法学等多个领域的理论、方法和技术，建立具有辅助设计功能的系统，以帮助设计人员在计算机上完成设计模型的构造、分析、优化和输出等工作。计算机辅助设计采用的技术包括：(1) 计算机图形学，它是CAD中采用的重要技术，主要有造型、图形显示和图形标准等；(2) 人机交互技术，它为CAD提供图示化用户界面和交互数据输入机制；(3) 工程数据库，它为CAD提供满足工程应用环境要求的数据管理技术；(4) 设计方法学，主要包括应用领域中的分析和设计方法。计算机辅助设计功能主要是帮助设计人员在计算机上完成设计模型的造型、分析、优化和输出等工作。造型是指建立设计模型。分析是指应用领域对设计对象的功能分析。优化是指评价分析结果，优化设计模型，力图得到满足设计要求的最佳设计结果。造型、分析、优化的过程往往需要多次循环。输出是指绘图输出设计结果或传输给其他计算机辅助系统进行处理。目前计算机辅助设计已广泛应用于电子、建筑、机械、航空、航天、汽车、造船等众多的工程领域，并取得了很好的经济效益。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji fuzhu zhizao

**计算机辅助制造** computer aided manufacturing (CAM) 通过计算机与生产设备的直接或间接联系，对制造工厂的作业进行设计、管理和控制的过程及其技术。CAM的核心是计算机数值控制，又称数控(NC)。早期的数控主要由机器控制单元及纸带读入设备等组成。20世纪60年代末使用计算机实现对一台或多台机床提供实时数控。80年代初随着计算机的发展，特别是图形显示设备及图形软件的开发，出现了交互式计算机图形数控编程系统。CAM有两种应用方式：(1)联机应用方式，计算机在制造过程中实现对制造过程的监测与控制，监测是指加工过程中的采样和分析，控制则是计算机按控制指令向加工执行机构发送控制信号；(2) 脱机应用方式，计算机在制造过程中起支持性作用，如计算机辅助数控零件编程、计算机辅助工艺规划、计算机辅助进行生产进度安排及提供材料需求计划等。采用CAM技术，可以提高产品加工精度并获得稳定的加工质量；操作过程实现自动化，提高生产率；它与CAD结合可以直接从产品的数字模型产生加工指令，保证零件具有精确的协调和互换性。对于形状复杂、加工精度要求高、设计更改频繁和生产批量小的生产对象，CAM具有更大的优越性。CAD和CAM的紧密结合与发展为实现计算机集成制造系统(CIMS)奠定了基础。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji guocheng kongzhi

**计算机过程控制** computerized process control 使用计算机系统实现生产过程的在线监视、操作指导、控制和管理的技术。过程控制计算机系统在硬件规模上可以是小至单片机，大至多台计算机组成的多级分布式系统。对于需要直接置于工业过程现场工作的控制用计算机，应选用工业控制计算机(简称工控机)。过程控制计算机系统的应用软件是过程控制计算机系统设计人员针对特定生产过程编制的监视、控制和管理应用软件，按其功能可划分为数据采集、过程控制及管理、过程输出、人机接口、打印输出等功能模块，其中过程控制及管理模块是应用软件的核心，是各种控制和管理的具体实现。20世纪60年代中期开始，过程控制计算机系统逐渐得到普遍的应用。例如机械加工、食品加工、石油与金属炼制、化肥与建材生产、电站与电网监控等领域已普遍使用。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji jifang sheshi

**计算机机房设施** computer room facility 为保证计算机在机房安全可靠运行所配置的各种设施。计算机对运行环境的一般要求：(1) 温度与湿度，是计算机机房最重要的环境条件，对计算机可靠运行和寿命均有很大影响。大多数机房的温度范围为18～25℃，温度梯度范围为5～10℃/h。(2) 洁净度，是指单位体积空气中所含尘埃的个数，度量单位为粒/立方英尺(尘埃粒度不小于0.5 μm，1立方英尺 = 0.0283 $m^3$)。机房对洁净度的具体要求取决于所配置的机器。洁净度分A级、B级和一般要求三档。A级指标不大于3500粒/立方英尺、B级指标不大于10000粒/立方英尺。(3) 静电与电磁干扰，静电是由于摩擦、感应或辐射而引起的一种高压电场，可对计算机形成致命的伤害。各种来自外界强电磁干扰会造成计算机运算错误或损坏。GB 2887—82规定，机房内无线电干扰场强在0.15～500 MHz时不应大于126 dB，磁场干扰场强不大于800 A/m。(4) 电源与接地，机房的供电应有较高的稳定度，GB 2887—82对此有具体规定。机房通常有交流地、直流地和安全接地等三种接地系统。直流地与安全接地的接地电阻应小于1～2 Ω，交流地接地电阻小于2～4 Ω。为保证上述环境条件，机房通常有如下一些设施：空调与通风设备、不间断供电(UPS)设备、防静电地板、防火报警设备、照明设备以及其他一些环境保持与监测记录设备。计算机机房设施将朝着智能化方向发展，安全保险措施亦将日趋完善。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

jisuanji kekaoxing

**计算机可靠性** computer reliability 在规定的条件下和规定的时间间隔里，计算机系统能正确运行的概率。“规定的条件”包括环境、维护条件和正确地使用。“规定的时间”是指可靠性对一定的时间间隔而言，人们常要求在规定的时间内具有一定的可靠性。“正确运行”指系统在规定的运行时间里，能够满足其技术条件所规定的各项功能和性能指标，结果正确。计算机可靠性通常用平均故障间隔时间(MTBF)，即正确运行时间的平均值来表征。提高计算机可靠性一般有两类技术方法，即避错法和容错法(参见容错计算机)。计算机可靠性技术是计算机科学与工程的一个重要领域，随着系统的正确性证明、故障的自我诊断、自修复技术、软件容错技术、防病毒技术等的进一步发展，计算机将变得越来越可靠。(撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣)

jisuanji keweihuxing

**计算机可维护性** computer serviceability 计算机系统在规定的时间内修复到规定功能的能力。在规定时间间隔 $t$ 内系统被修复的概率，称为可维护度 $M(t)$，它与修复率 $\mu$ 的关系为

$$M(t)=1-e^{-\mu t}$$

修复率 $\mu$ 表示在单位时间内完成修复的概率。可维护性的另一个重要参数是平均修复时间 MTTR，它与修复率的关系为：$\mathrm{MTTR}=1/\mu$。显然，修复率与维修人员的技术水平以及维护的环境条件有关，为了提高计算机的可维护性，不仅要提高人员的技术水平，改善后勤支持，而且要认真进行可维护性设计。包括可维护性指标的确定与分配、故障诊断设计与故障排除技术、模块化设计、结构的可达性设计、维修体制与预防性维修时间的确定等。

(撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣)

jisuanji keyongxing

**计算机可用性** computer availability 计算机在任何给定时刻能够提供有效使用的程度。它是一个在任何指定时刻系统能够正确运行的概率。如果用 $A$ 表示计算机系统的可用度，那么它可用如下公式表示

$$A=\mathrm{MTBF}/(\mathrm{MTTR}+\mathrm{MTBF})$$

式中 MTBF 为平均故障间隔时间；MTTR 为平均修复时间。平均故障间隔时间是指系统正常启动或一次故障修复后重新运行到下一次失效的平均时间。平均修复时间是指在多次故障中，从故障开始到故障修复重新投入使用所需的平均时间。由上式可知，评价计算机的可用性涉及到 MTTR，在计算机可靠性一定的情况下，减少故障的修复时间可以大大提高计算机的可用性。

(撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣)

jisuanji ruanjian

**计算机软件** computer software 计算机系统中的程序及其文档的总和。其中，程序是对计算机任务的处理对象和处理规则的描述。文档是为了便于了解和维护程序所需要的阐明性的文字资料或电子资料。计算机软件是用户与硬件之间的接口界面。用户主要通过软件与计算机进行交往。硬件是计算机软件运行的平台，而软件是计算机硬件的“灵魂”。软件和硬件都是计算机系统的资源，它们相辅相成，共同推动计算机技术的应用和发展。软件在计算机系统设计中具有主导作用，通盘考虑软件与硬件的结合，以及用户的需求和软件的要求，可以使计算机系统设计具有较高的总体效用。

计算机软件一般分为三类：系统软件、支撑软件和应用软件。系统软件是应用软件运行的基础，支撑软件为应用软件的开发和运行提供了帮助。应用软件是面向特定应用领域，为解决某个或某类给定问题而设计的软件。操作系统技术、高级语言翻译技术和数据库技术是计算机系统的三个基础软件技术。半个世纪以来，计算机应用从单主机计算、分布式客户/服务器计算进入了网络计算时代。以因特网为核心的全球开放的网络计算基础设施和微电子技术对计算机软件技术的发展产生了深刻的影响。除了软件传统技术继续发展外，人们着重研究以智能化、自动化、集成化、并行化以及自然化为标志的计算机软件新技术，如 Web、面向对象、群件、构件、语言信息处理、知识挖掘、个性化主动服务、信息安全等。 (撰写：张晓光 吴丽平 审订：瞿兆荣)

jisuanji shijue

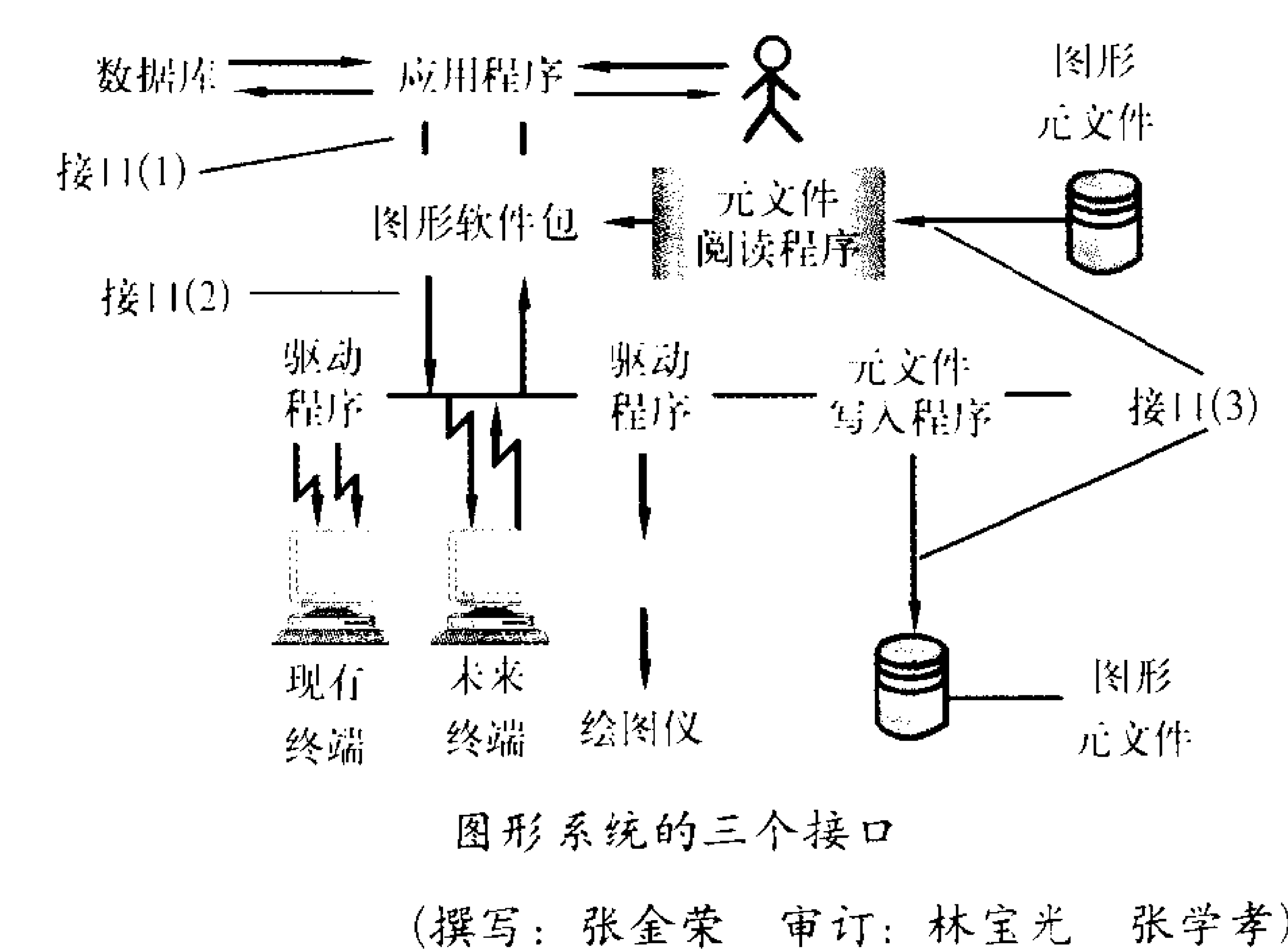
**计算机视觉** computer vision 对描述景物的一幅和多幅图像的数据经计算机处理，以实现类似于人的视觉感知功能。计算机视觉研究的中心任务是通过对图像和图像序列的分析，得到景物的尽可能完全和正确的描述。研究完成这一任务的理论、方法及其软硬件实现，又称为图像理解，它是计算机视觉的同义词。计算机视觉的研究经历了几个发展阶段：20 世纪 70 年代中，计算机视觉在遥感图片解释、生物医学图像分析、工业自动检验等方面都取得了成功，但都是二维视觉系统。80 年代初 D. Marr 建立了比较系统和完整的视觉计算理论，认为视觉是通过三个层次的信息处理过程来实现的，即：(1) 对图像进行边缘检测与图像分割；(2) 求取深度信息、表面朝向的描述；(3) 根据三维信息对物体进行建模、表示与识别。以 1990 年 J. Aloimonos 提出定性视觉、主动视觉等为标志，计算机视觉理论和方法发展到当前的新阶段，成功地突破了 Marr 理论框架。定性视觉认为，在许多情况下，视觉系统所要取得的信息，只要景物的定性或不完全描述就够了，无需如 Marr 理论所要求的完整的定量描述。主动视觉方法是集感知、规划与控制为一体，通过这些模块的动态调用和信息获取过程与处理过程的相互作用，来更有效地完成视觉任务。计算机视觉的发展，提高了自动化和机器智能水平，为发展智能机器人和各种智能系统，提供了一项关键技术。它是人工智能的重要组成部分。

(撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝)

jisuanji tuxing biaozhun

**计算机图形标准** computer graphics standard 计算机图形系统中应用程序与图形软件、图形软件与图形硬件之间的接口标准以及用于记录图形信息的数据文件的格式标准。图形系统中有三个接口必须实现标准化(如图所示)，制定这三个接口标准的目的是使图形应用软件具有良好的可移植性。第一个接口是应用程序与图形软件的接口。实现它的标准，能使应用软件在源程序级上移植。目前使用的标准有 ISO IS 7942 图形核心系统 GKS；ISO IS 8805 三维图形核心系统 GKS-3D； ISO IS 9592 程序员的层次式交互图形标准 PHIGS。第二个接口是图形软件与图形硬件之间的接口。实现它的标准化，可以保证图形软件与图形设备之间的相互独

立性。ISO 制定的标准为 CGI 图形接口标准。第三个接口是一种数据接口。它规定了记录图形信息的数据文件的格式，可实现图形数据的可移植性。ISO 制定的标准为 CGM 图形元文件标准。




图形系统的三个接口

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

jisuanji wangluo anquan

**计算机网络安全**　computer network security　为防止网络受到有意和无意的干扰、破坏以及未经许可的网络存取而采取的各种措施，包括物理设施和软件的保护以及个人数据的安全措施。网络安全技术有：(1) 身份认证服务，包括服务器对用户身份和用户对服务器身份认证；(2) 统一的授权访问控制机制，系统为不同的应用提供统一的安全策略，集中管理有关的安全信息；(3) 安全通信，包括数据完整性、防否认机制、数据保密性、密钥管理和分发；(4) 安全单点登录，用户以同一身份对多种网络资源进行访问；(5) 双因子安全功能，用户拥有物理凭证（IC 卡）并在物理凭证上设有 pin 码（个人标志码）；(6) 多种安全控制粒度，"粗粒度"可控制在 TCP 端口一级，限定用户对端口的访问；"细粒度"可控制在文件、数据对象一级。(7) 网络层控制，为了抵御敌方的攻击，还必须根据对方的 IP 地址，在网络层实施访问控制，也就是应该具有网络防火墙的功能；(8) 审计功能，记录用户对资源访问的详细情况，并在发现异常情况时采取必要的对策。目前，网络安全产品仍处在不十分成熟的阶段。常见的网络安全系统通常需根据网络的特殊需求和资源条件专门设计，虽能切合网络用户的实际安全需要，但实现成本较高。

（撰写：吴荣泉　何　武　审订：瞿兆荣）

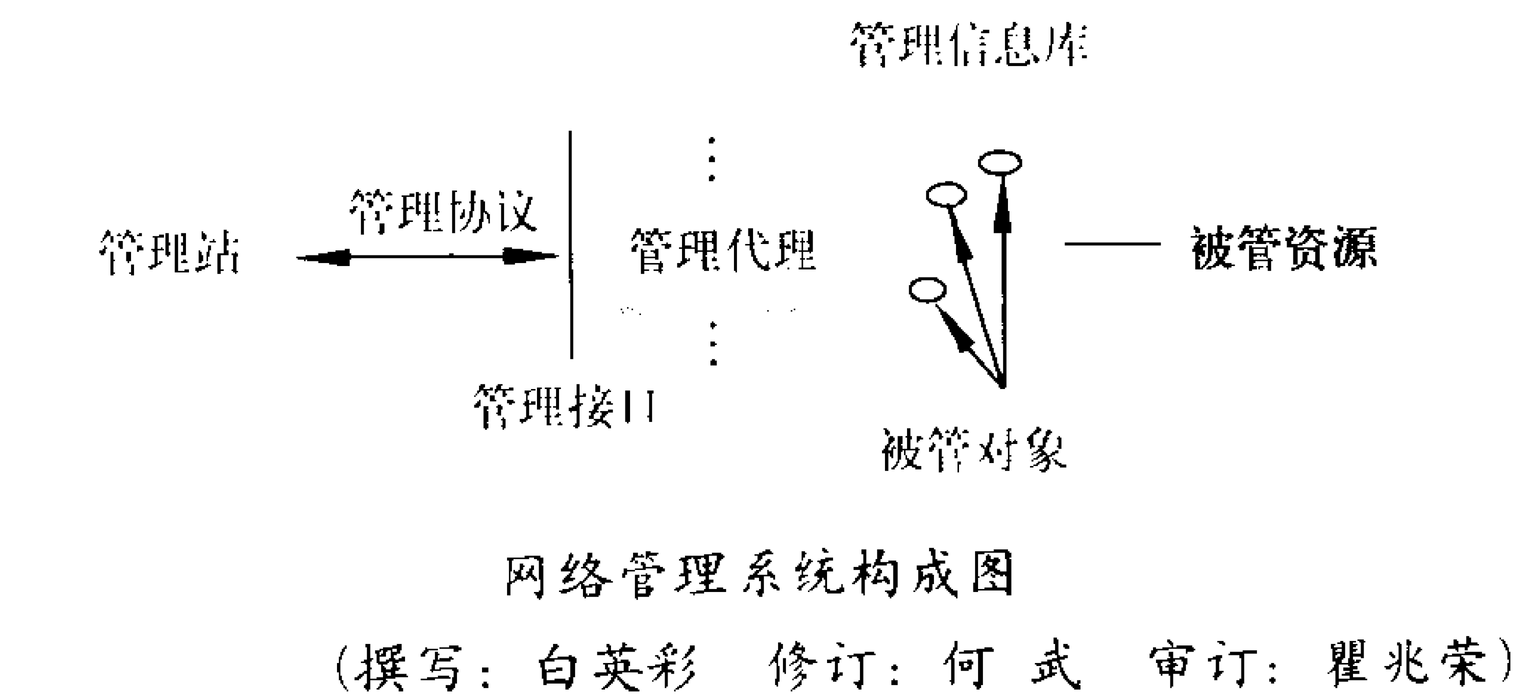
jisuanji wangluo ceshi

**计算机网络测试**　computer network test　对计算机网络系统、网络管理和网络安全性以及硬件进行的测试。网络系统测试主要针对网络的性能和可靠性的测试；网络管理测试主要分析网络帧错误和碰撞数，检查网络的负载，按发送、接收、广播帧数量大小排列工作站以及网络协议执行情况，规划配置以评定网络性能；网络安全测试主要确认管理员和用户的合法性，并检测存取控制策略、作业进程控制策略和计算机资源的安全管理等方面是否存在安全隐患；硬件测试包括布线系统测试和网络产品测试，其主要包括：接线状况、接线长度、连线衰减量、仪器干扰和传播延迟测试等。此外，还有对网络执行的协议是否符合标准的符合性（有时也称为一致性）测试。

（撰写：邵培南　李　翔　审订：瞿兆荣）

jisuanji wangluo guanli

**计算机网络管理**　computer network management　通过规划、设计、监测、分析、配置来控制和协调计算机网络资源的使用，以保证网络正常有效运行的各种活动。网络管理的复杂性取决于网络资源的数量和种类。网络管理的基本目标是将所有的管理子系统集成在一起，向网络管理员提供单一的控制方式。网络管理系统为计算机网络系统的安全可靠、稳定高效地运行提供了保证，原则上由多个管理代理、至少一个网络管理器、一种通用的网络管理协议、一个或多个管理信息库、被管资源等组成，如图所示。网络管理模型有：(1) 功能模型，包括故障管理、计费管理、配置管理、性能管理和安全管理；(2) 体系结构模型，描述了实体的一般结构，实体间接口及其通信方法；(3) 信息模型，主要是实现被管理虚拟资源、软件及物理设备的逻辑表示；(4) 组织模型，包括管理者、代理者的概念，管理实体间的通信方法。网络管理技术正朝着集成化、智能化和分布式网络管理的方向发展。




网络管理系统构成图

（撰写：白英彩　修订：何　武　审订：瞿兆荣）

jisuanji wangluo tixi jiegou

**计算机网络体系结构**　computer network architecture　定义和描述一组用于计算机及其通信设施之间互联的标准和规范的集合，遵循这组规范可以方便地实现计算机设备之间的通信。不同的计算机厂商提出了各自的网络体系结构，如 IBM 公司提出的 SNA（系统网络体系结构）、DEC 公司提出的 DNA（数字网络体系结构）等。1978 年国际标准化组织（ISO）提出了开放系统互联模型（OSI / RM），并陆续推出了有关的网络协议和服务标准，确立了 OSI 网络体系结构，为不同厂商的计算机和不同计算机网络互联提供了依据。OSI / RM 定义为七个层次，自下而上分别为：(1) 物理层，确定物理设备接口，提供支持点—点的位流传输的物理链路；(2) 数据链路层，利用差错处理技术，提供高可靠传输的数据链路；(3) 网络层，利用路由技术，在通信子网中实现用户数据的端—端传输；(4) 运输层，屏蔽子网差异，以及用户要求和网络服务之间的差异；(5) 会话层，提供控制会话和数据传输的手段；(6) 表示层，解决异种系统之间的信息表示问题，屏蔽不同系统在数据表示方面的差异；(7) 应用层，利用下层的基础，满足具体的应用要求。目前广泛应用的因特网体系结构是建立在 OSI / RM 的运输层/网络层的 TCP / IP 协议上，互联各种网络的网络体系。因特网不仅服务于教育、研究和政府部门，而且应用于营业性的商业活动，已成为全球最大的计算机互联网。（撰写：吴荣泉　廖　云　审订：瞿兆荣）

jisuanji wangluo tuopu

**计算机网络拓扑**　computer network topology　在局域网中，使用网络拓扑结构来描述网络的布局（网络服务器、工作站以及各种智能设备所构成的几何图形）。拓扑分为两类：(1) 物理拓扑，指传输介质如何连接到一起。它大致分为总线

拓扑(令牌网)、树形或星形拓扑、环形拓扑(如令牌网)和混合型拓扑。IEEE 为每一种拓扑结构制定标准。(2) 逻辑拓扑，指网上每一站通信时采用的通信规则。逻辑拓扑的任务是保证信息尽可能快而无错地传输。物理拓扑和逻辑拓扑之间有一定的关系，任意给定逻辑拓扑只能运行在指定的物理拓扑上。例如：以太网标准只能运行于总线或星形物理拓扑而不能运行在环形物理拓扑上。

(撰写：吴荣泉　廖云　审订：瞿兆荣)

jisuanji xingneng pingjia

**计算机性能评价**　computer performance evaluation　为了一定目的，按照一定步骤，选定一定的度量项目，通过建模和实验，对计算机的性能进行测试，并对测试结果进行评价的技术。由于计算机系统应用领域的不同，对计算机性能的要求也不同，因此对计算机性能的评价难以有统一的尺度和标准。通常用计算机的字长、主频、每秒平均运算速度、CPU 寄存器数目、内存容量和存取时间以及 cache 容量等表示计算机的性能指标，但随着技术的发展和应用水平的提高，到20 世纪 80 年代中期这些指标已不再重要，取而代之的是计算机系统的综合性能指标：(1) 系统吞吐率，即在单位时间里计算机系统处理的作业数或事务数；(2) 计算机系统对特定事件的响应时间，如实时响应某外部中断请求的时间等；(3) 系统各资源的利用率。这些指标更能代表计算机的应用性能。此外，计算机的可靠性、安全性、兼容性、特殊环境适应性、可扩充性、功耗等也成为重要的性能评价指标。评价计算机系统性能的主要方法有测量法与模型法两种。测量法就是采用一定的测量设备或程序，通过实验直接测得计算机系统性能指标的方法。模型法则要求建立被评价对象的等价模型，然后求出该模型的性能指标以便对系统进行性能评价。后者既可用于现有系统，亦可用于设计中的系统性能预测。目前国际上用于计算机性能评测的所谓基准测试程序常用的主要有：用于计算机性能综合评测的 SPEC 基准程序、用于计算机事务处理性能评测的 TPC 基准程序和用于综合测试计算机性能价格比的 AIM 基准程序。此外，还有一些用于专门目的的基准测试程序。

(撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣)

jisuanji zhichi xietong gongzuo

**计算机支持协同工作**　computer-supported cooperative work (CSCW)　以计算机技术和网络技术为基础，支持为完成同一任务而工作的一组人员协同工作的理论和技术，又称群体计算。要实现群体为一个共同任务而协同工作的这种新的工作关系和工作方式，需要解决好相互的通信问题，消除时空差异带来的限制；处理好分工与合作、资源共享与调度等矛盾，创造一个良好的协同工作环境。所以，CSCW 的研究与开发不仅涉及计算机软件和硬件、网络与通信等技术，而且也离不开社会学、组织学、心理与行为科学等社会科学的支持。属于计算机与网络通信技术范畴需要研究的主要方面是：CSCW 模型、CSCW 的通信机制、CSCW 的软件环境和工具、高速网络技术、多媒体应用技术、分布式系统技术(分布式操作系统、分布式数据库)、智能用户界面技术、开放性与互操作性、安全保障体系等。从支持“个人计算”的个人工作为主的传统计算机系统发展成以支持“群体计算”的协同工作为主的新型计算机系统，顺应了时代的发展，具有广阔的应用前景。CSCW 已在设计制造、并行工程、工作流程管理、决策支持、电视会议、远程教育和远程医疗等方面得到应用。目前有许多计算机厂商将发展群件作为增强其竞争力的战略方向。

(撰写：张学孝　审订：张金荣)

jishu tixi jiegou shitu

**技术体系结构视图**　technical architecture view　$C^4$ISR 系统体系结构的视图之一，即决定系统部件或组成要素的安排、相互配合和相互依存的最低限度的一组规则，目的是确保组成的 $C^4$ISR 系统满足一系列特定的要求。它包括一批技术标准、惯例、规则与准则，用来提高系统的效率和互操作性，并确保研制人员恰当地规划系统的演进。技术体系结构视图推动了系统的集成，促进了跨系统的互操作和相关体系结构间的兼容。在许多情况下，开发技术体系结构视图的工作由提取适用于该体系结构描述范围的部分原始资料以及根据要达到的目的对它们的指导内容进行剪裁等工作所组成。

(撰写：施振明　审订：彭永录)

jicunqi

**寄存器**　register　逻辑系统中用于暂时寄存数码的集成电路，具有接收、存放和传输数码的功能。移位寄存器 (shift register) 比寄存器还多一种移位功能，可以单向移位或左右双向移位。一个触发器能记忆二进位制的一个数(1 或 0)，因此，$N$ 个触发器便能存储 $N$ 位数，寄存器便是一些触发器的组合。按工作方式和输出稳定状态可分为静态寄存器和动态寄存器两种。

(撰写：景佩苏　审订：金毓铨)



jiachengfa PCB gongyi

**加成法 PCB 工艺**　additive process for PCB　在未覆箔基材上，通过选择性地沉积导电材料而形成导电图形的工艺。加成法是全加成法和半加成法的总称。半加成法是指在未覆箔的基材上，用化学方法沉积导电材料，结合电镀和蚀刻，或者三者并用而形成导电图形的工艺，如图 1 所示。全加成法是指在未覆箔的基材上，完全采用化学方法沉积导电材料而形成所要求厚度的导电图形的工艺，如图 2 所示。加成法能用于制作高精度、高密度的线条，随着表面组装技术的大量应用，加成法印制线路板加工工艺有着广阔的前景。加成法印制线路板工艺类型较多，较成熟的主要有以下四种：(1) CC-4 法；(2) Photo-forming 法；(3) PD-R 法；(4) Pladd Ⅱ 工艺。

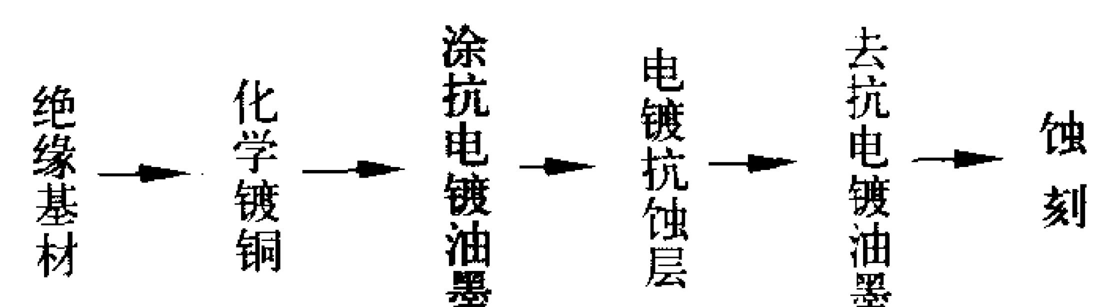



图 1　工艺流程 1

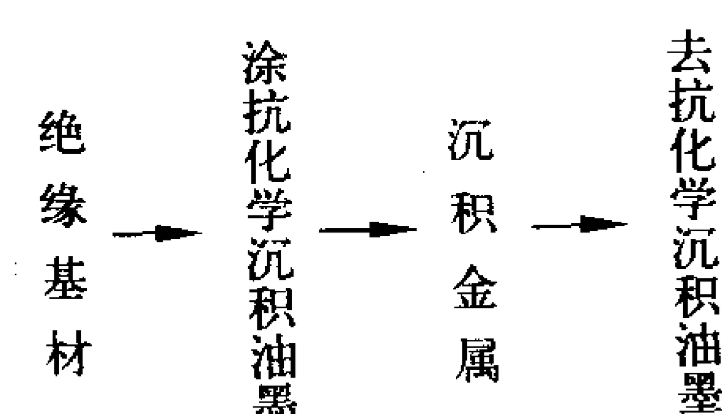



图 2　工艺流程 2

(撰写：张星龙　审订：李成刚)

jiafaqi

**加法器** adder 完成加法运算的逻辑电路。加法器电路有半加器和全加器两类。半加器只能对加数和被加数求和，输入没有低位进位数，输出也没有进位判别。全加器是一种对加数、被加数和低位进位三者相加求和的电路。当两个多位数相加时，先将两数的最低位数相加，然后逐一相加较高位数，直至最高位数，这种加法器称作串行加法器。当两个多位数相加时，所有序列的两个数同时相加，这种加法器称作并行加法器。

（撰写：贾松良 修订：景佩苏 审订：全毓铨）

jiagu jishu

**加固技术** ruggedization technology 为使产品适应恶劣环境或使用安全而采取的特别防护技术。加固技术一般包括抗震、抗冲击、热设计、电磁兼容设计、抗核爆炸、三防（防潮热、防沙尘、防盐雾与霉菌）和防信息泄漏等技术。常用的加固方法有两种：(1) 先天加固，又称内加固，是一种从系统最基本的元件级开始，向上逐级加固的技术。其优点是加固性能好，可适用于最恶劣的环境；缺点是价格昂贵、研制周期长，技术要求高。(2) 后天加固，又称外加固，是利用优选的商用产品，重新设计外包装和防护设施，提高其耐高低温、防潮、抗震、抗冲击等性能以达到初级加固要求。后天加固优点是开发周期短，成本低；缺点是加固性能不如先天加固好。按加固标准不同，加固型产品分为军标型（简称 M 型）、加固型（简称 R 型）和防信息泄漏型（简称 T 型）三种。每种又可能再分为地面固定、车载、舰载、机载、星载等若干级别。

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）



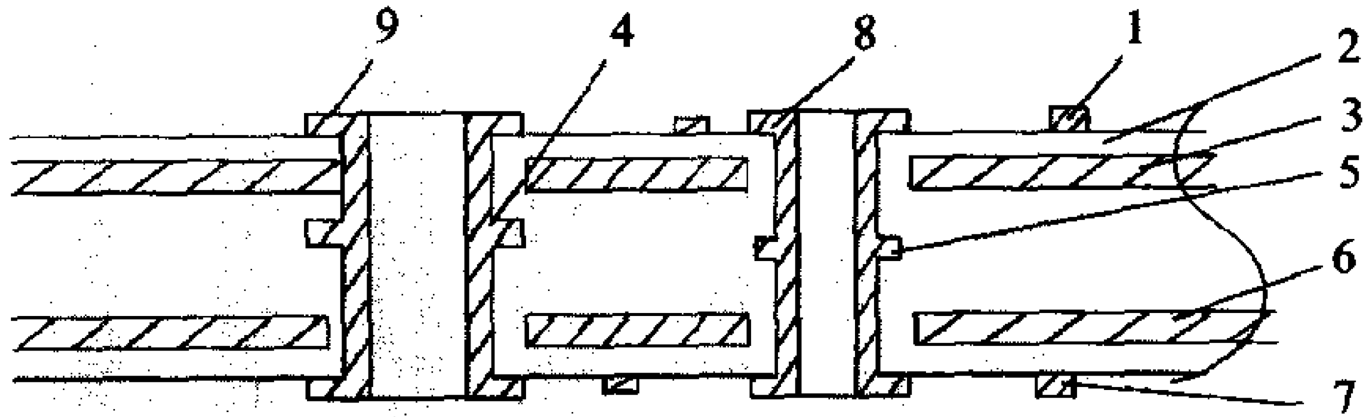
jiami

**加密** encryption 用某种方法把明文数据变换成密文形式的过程。要传递或保存的消息称为明文，明文被加密就变成了密文。明文可以是位序列、文本文件、位图、语音、图像等，如果包含了敏感的信息，必须加密后再传递或保存。加密算法是用数学方式表示的一组法则，这些法则通过使用一些可变因素（借助于密钥来控制这些可变因素）来实现一系列的变换，使信息不可懂。这种变换就是加密变换。一个加密方案由下述五部分组成：消息空间 $M$、密文空间 C、密钥空间 $K$、加密变换集合 $\{E_e : e \in K\}$ 及解密变换集合 $\{D_d : d \in K\}$。加密方案具有如下特征：对于每一个密钥 $e \in K$，都存在惟一的密钥 $d \in K$，使得 $D_d = E_e^{-1}$，即，对于所有 $m \in M$ 都有 $D_d(E_e(m)) = m$。加密方案有时也被称作密码。上述密钥 $e$ 和 $d$ 组成一个密钥对，记作 $(e, d)$。当 $e = d$ 时，为对称密钥（或称秘密密钥）加密算法；当 $e \neq d$ 且从 $e$（或 $d$）推出 $d$（或 $e$）是计算上不可行时，为非对称密钥（或称公开密钥）加密算法。

（撰写：雷利民 审订：朱甫臣）

jiaxin PCB gongyi

**夹芯 PCB 工艺** process for metal core PCB 夹芯印制线路板，是指用金属芯基材制成的印制线路板，又称金属芯印制线路板。采用夹芯印制线路板能较好地解决印制线路板的热设计、热匹配等问题，以满足印制线路板上功率元器件的散热、热匹配及电磁屏蔽等要求。其优点是散热性能好、有电磁屏蔽特性、基板强度高，主要用作混合集成电路和发热元件的基板。其结构如图所示。金属芯印制线路板的制造工艺主要有三种：(1) 金属芯覆铜箔法。对于金属芯覆铜箔板，可直接采用图形电镀—蚀刻法制作导电图形。(2) 金属芯表面涂覆绝缘树脂法。一般采用常规的电泳涂漆、流化床浸涂、静电喷涂或静电流化床浸涂等方法，在已钻孔的金属芯板表面涂覆一层绝缘树脂，然后采用半加成法或全加成法制作导电图形。(3) 金属芯表面陶瓷化。这是在金属芯钻孔后，用浸渍法使金属表面陶瓷化，然后采用加成法工艺制作导电图形；也可以像制作厚膜电路一样，用导电性的热固性油墨通过丝网漏印法制作导电图形。




夹芯印制线路板结构示意图

1，7—铜箔；2—绝缘基材；3，6—金属芯；
4，5—内层铜箔；8，9—导通孔

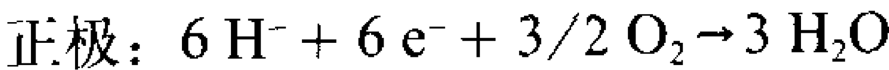
（撰写：张星龙 审订：李成刚）

jiachun zhijiexing ranliao dianchi

**甲醇直接型燃料电池** direct methanol fuel cell 一种直接使用甲醇作为燃料的燃料电池。其电极反应为



负极：$CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6\,H^+ + 6\,e^-$



正极：$6\,H^+ + 6\,e^- + 3/2\,O_2 \rightarrow 3\,H_2O$

它的工作过程可分为三个步骤：(1) 甲醇与 $H_2O$ 在阳极电催化剂的作用下氧化为氢离子；(2) 氢离子通过质子交换膜到达阴极；(3) 氢离子与该处的氧及经外电路到达的电子在阴极催化剂的作用下，还原为 $H_2O$。该电池是将甲醇直接通入燃料电池而不需先转换成氢；因此节省了空间和重量；同时甲醇是液体，价格相对较低，易储存，使用方便。这使得甲醇直接燃料电池除具有燃料电池的优点外，还具有体积小，价格低的优势。在各种不同的燃料电池中，甲醇直接型燃料电池作为电动车的能源有着广阔的应用前景，而且它还可应用于其他民用及军用领域，例如手机电池、笔记本电脑电池等。但甲醇直接型燃料电池目前还存在以下三个需要解决的关键技术：(1) 甲醇电极损耗大，引起电位降低过大；(2) 甲醇穿透质子交换膜，利用率大大降低；(3) 反应产物中有 CO 和 $CH_3COOH$ 等，易使催化剂中毒等。

（撰写：金静 审订：宋海德）

jiamao

**假冒** masquerade 一个实体（可以是某个人、某个组织、某台计算机终端或者某个进程）声称自己是另一个不同实体的一种行为。假冒者伪装成某一合法用户的身份蒙骗系统中其他合法用户，以获得系统资源的使用权。假冒者也可能把合法用户行为声称为自己所为。为防止假冒，可以采用一种机制，使得一个实体能获得另一个实体（申请者）的身份的确是其声称的身份的保证。最常用的技术是，由一个验证者检验一个消息的正确性，从而说明申请者拥有一个与其真实身份有关联的秘密。这样的技术就称之为身份识别，或称实体鉴别、身份验证。

（撰写：雷利民 审订：朱甫臣）

jiamubiao

**假目标** decoy 与被保护目标辐射或散射特性相似的辐射

源或散射体。按干扰频段通常分为雷达假目标、光电假目标、水声假目标；按假目标的使用环境分为地面的、空中的、空间的、海上的和水中的假目标；按其与真目标特征的相似程度分为形体假目标、目标模拟器和诱饵类假目标。形体假目标是与真目标的光学特征相同的模型，如假飞机、假导弹、假坦克、假军事设施等，主要用于对抗可见光、近红外侦察及制导武器；目标模拟器是与真目标的外形、尺寸具有一定相似性的模型，且与真目标具有极为相似的雷达散射(辐射)特性和红外辐射特性。主要用于对抗热成像类探测系统和雷达制导武器系统；诱饵类假目标就是仅求与真目标的反射、辐射电磁波的特征相同，而不求外形、尺寸等外部特征相似的假目标，如角反射器、龙伯透镜、箔条云、红外诱饵、气球诱饵、激光假目标等，主要用于对抗雷达制导和非成像类探测武器系统。随着探测和制导武器性能的日益提高，假目标的作用也愈加显得突出。

（撰写：闵 江　审订：徐国范）

jianji hangkongbing zhihui yindao xitong

**歼击航空兵指挥引导系统** command and guiding system of fighter air force　指挥引导歼击机拦截敌方飞机、巡航导弹等空中目标的自动化系统。按军种分为海军歼击航空兵指挥引导系统、空军歼击航空兵指挥引导系统及陆军歼击航空兵指挥引导系统等；按安装方式分为固定式歼击航空兵指挥引导系统、机动式歼击航空兵指挥引导系统；按装载方式分为车载机动式歼击航空兵指挥引导系统、舰载机动式歼击航空兵指挥引导系统、机载机动式歼击航空兵指挥引导系统。系统由雷达情报分系统、通信分系统、计算机分系统、显示分系统、软件分系统和供配电等辅助设施组成。系统主要功能是：能在各种气象条件下，实时获取并综合处理多部雷达情报、建立本作战责任区总空情；对综合后的目标进行属性识别；对敌机和不明目标进行威胁等级估计；进行最佳出动机场选择、最佳出动兵力和最佳出动预案计算；完成己方歼击机对敌机拦截引导全过程解算；对空实施话音指挥或数据指挥；日常战备值班、实兵训练、模拟训练；非实时领航管理、领航计算及拦截引导效能评估等。

（撰写：傅洪武　审订：骆 雯）

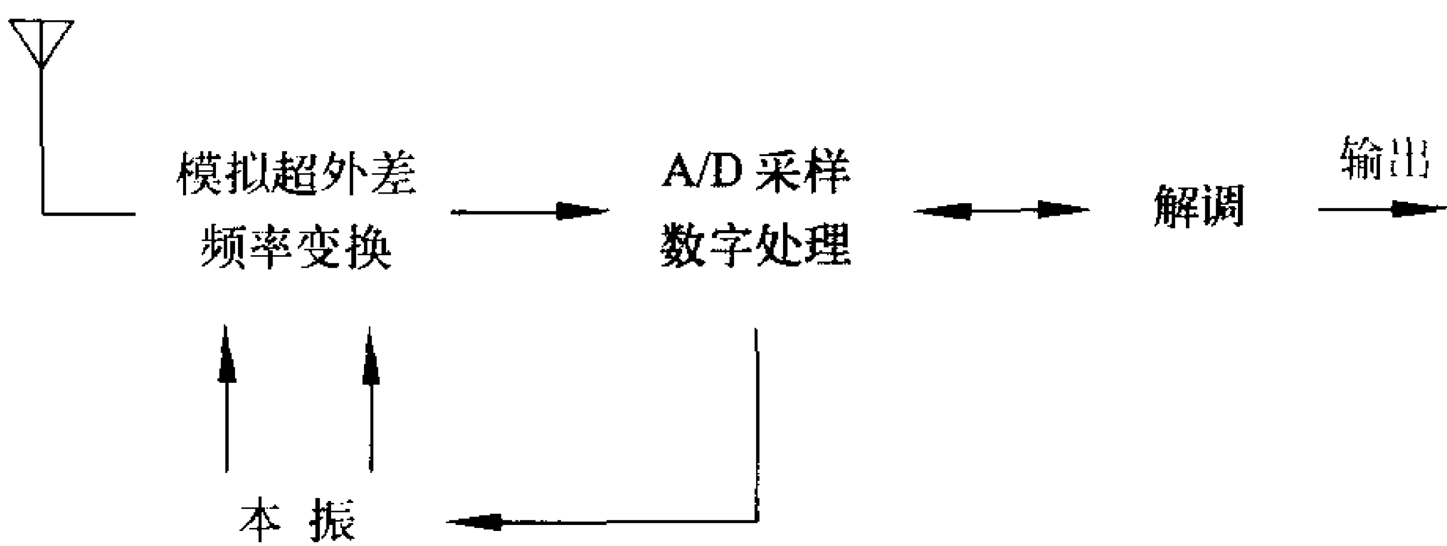
jianjieshi pinlü hechengqi

**间接式频率合成器** indirect frequency synthesizer　用一个或多个高稳定基准源，通过锁相环路(单个或多个)对压控振荡器在需要频段内进行多个需要频率点的锁定，通常有模拟、取样、数字锁相环三种。其优点是组合干扰电平低，不存在多信道隔离问题，远端相位噪声低，体积小，重量轻。其缺点是跳频时间长(百微秒量级)且存在失锁问题，近载相位噪声较差，故其瞬稳和工作可靠性及捷变频时间等指标低于直接频率合成器，限制了其在某些现代雷达中的应用。

（撰写：朱元昌　修订：丁家会）

jiance jieshouji

**监测接收机** monitor receiver　用于对目标信号进行监听(视)、频率及电平等参数测量，并可完成调制样式识别、信号特征分析、记录等功能的通信侦察接收设备。基本的监测接收机框图如图所示，是超外差技术及数字信号处理技术的综合应用，通过模拟超外差前端电路把从天线接收的射频信号变换为适合模数转换(A/D)的中频信号，该中频信号经模数变换后形成适合数字信号处理的数字信号，完成参数测量、调制识别、特征分析、信号参数记录与监听(视)等工作。监测接收机是通信侦察、对抗系统的重要设备，具有重点频率搜索、重点频段搜索、频率/频段保护等功能，用于侦听单边带话、调幅话、等幅报、调频话等战术模拟通信信




基本的监测接收机框图

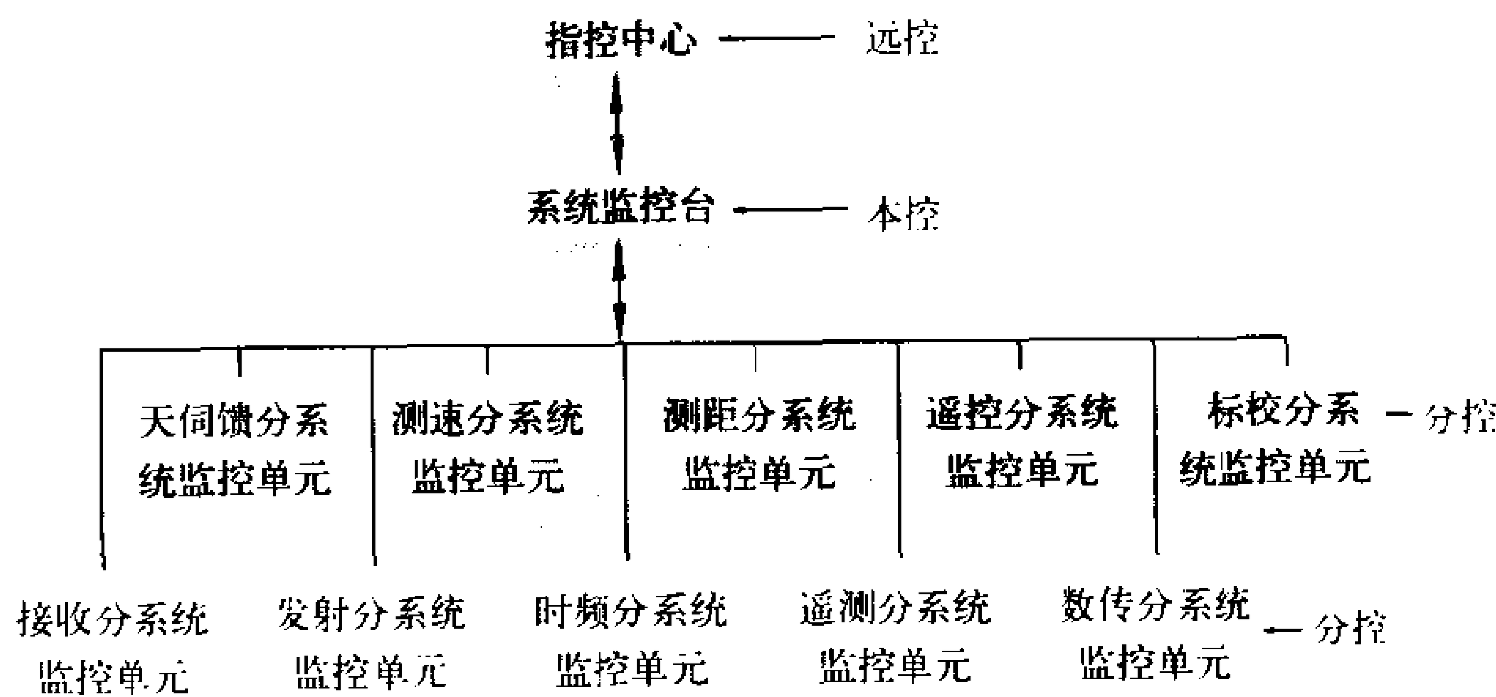
号和监视 DPSK、QPSK、2FSK、2ASK 等数字通信信号；可对工作频段的各种通信信号进行调制样式自动识别以及信号频率、电平、带宽等参数的精确测量。与其他接收机如搜索(全景)接收机相比，监测接收机灵敏度更高、动态范围更大。

（撰写：蒋春山　审订：杨小牛）

J

jiankong xitong

**监控系统** monitor and control system　对系统工作参数、工作状态和测量数据显示、记录和进行控制的自动化技术设施。监控系统是人机信息交换的技术设施，是实现设备工作参数和状态的集中显示、集中操作控制的计算机网络，又是指控中心监视和控制系统工作的窗口。一般的测控系统地面站采用的是三级监控体制，即：(1) 远程监控，由指控中心对系统设施监视、控制；(2) 本地监控，由地面站监控台对系统实施监视、控制；(3) 分系统监控，由分系统监控处理器对分系统实施监视、控制。三级监控的优先级为：分系统监控优先，本地监控次之，远程监控最低。随着计算机技术的进步，监控系统将向软件化、智能化和自动化发展，以适应灵活多变的技术需要。其拓扑结构如图所示。




监控系统拓扑结构

（撰写：孙 鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

jianchengfa PCB gongyi

**减成法 PCB 工艺** subtractive process for PCB　选择性地除去所不需要的导电箔而形成导电图形的工艺。该工艺可通过光化学图形转移法(或丝网漏印法)及图形电镀—蚀刻法来完成。其工艺流程如图所示。

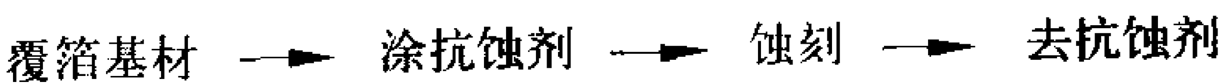



图 1　减成法 PCB 图形蚀刻法工艺

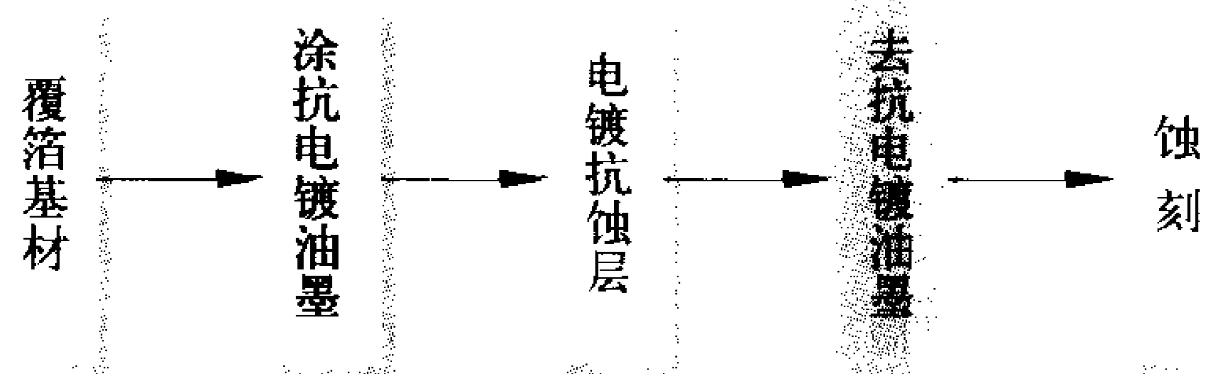
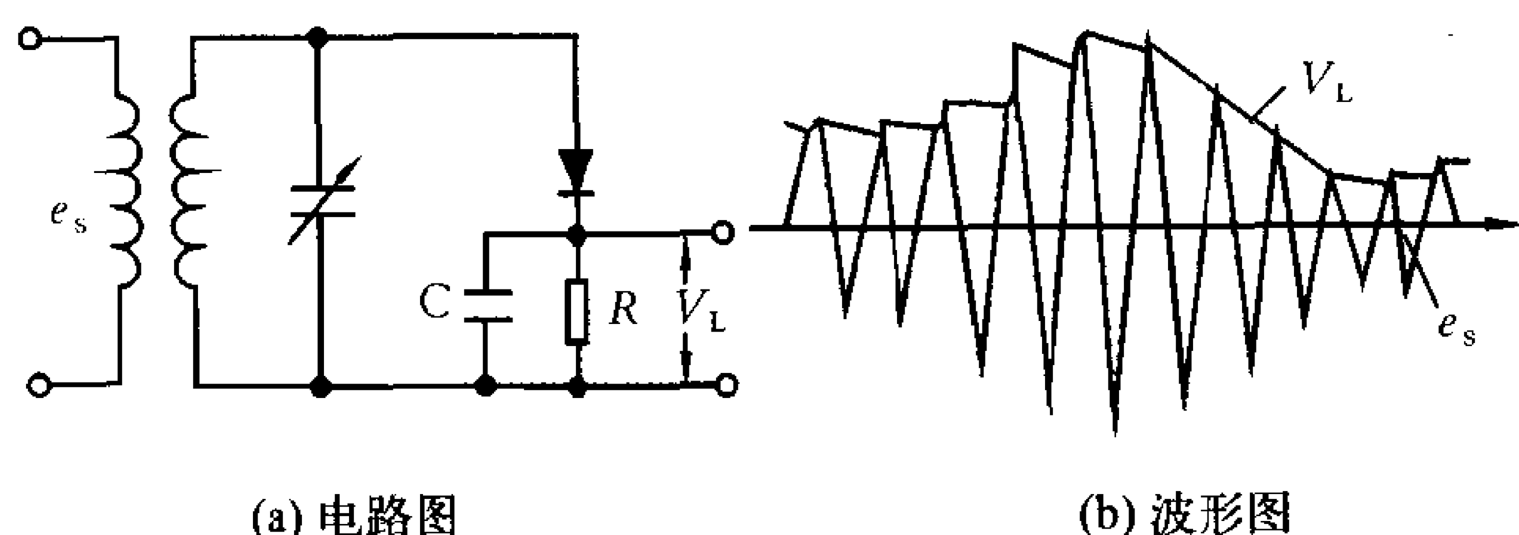



图 2 减成法 PCB 图形电镀—蚀刻法工艺

（撰写：张星龙　审订：李成刚）

jianboqi

**检波器** detector　将已调制的高频信号还原成原来的调制信号的过程，称为检波，产生检波作用的电子电路或装置称为检波器。通常用二极管、三极管等作为检波器的非线性元件。用二极管作为非线性元件的检波器，称为二极管检波器，常用作幅度检波。二极管检波器电路及其波形如图所示，图中 $e_s$ 为调幅波。用三极管作为非线性元件的检波器称为三极管检波器，主要用来完成包络检波（幅度检波的一种）。对于任何一种检波器，不论其电路如何，其质量指标主要是电压传输系数、频率失真度、非线性失真度、输入电阻和高频电压的滤波系数等。　（撰写：王雁　审订：蒋怡）




(a) 电路图　(b) 波形图

二极管检波器电路及其波形

jianlou jishu

**检漏技术** leak detection technology　检测焊缝和封口漏气速率的技术。许多电子器件上的焊缝和封口都要求气密性，气密性是以漏孔大小来表示的，漏孔的大小则是由其漏气速率所测得的。漏孔漏速的定义为：在标准环境下，漏孔两端压差接近一个大气压时，单位时间流过漏孔的空气流量，其单位是 $Pa \cdot m^3/s$。现代检漏技术的种类很多，有回旋质谱、射频质谱、荧光检漏、卤素检漏、酒精检测、充气压力检漏等。由于回旋质谱法具有灵敏度高、可靠性好的特点，因而在工业上获得了最广泛的应用。漏气速率的大小，直接影响真空电子器件的性能和寿命，因而它是衡量封接和焊接技术最重要的指标之一。　（撰写：高陇桥　审订：廖复疆）

jiandan wangluo guanli xieyi

**简单网络管理协议** simple network management protocol (SNMP)　管理电子信息网络的一种简单协议。SNMP 来源于 1987 年发布的简单网关监控协议（SGMP），1988 年由因特网 IAB 以 RFC 1157 等文本的形式发布，广泛应用于 TCP / IP 或 UDP / IP 计算机设备和网络中。SNMP 的管理模型是“管理者—代理者”形式。在管理者和代理者之间执行管理协议 SNMP。SNMP 有 5 类协议数据单元，一般用网间协议上的用户数据报（UDP / IP）来承载。SNMP 把所有网络管理操作都归结为 GetRequest、GetNextRequest、GetResponse、SetRequest、Trap 等 5 种简单原语对管理信息库（MIB）中目标/变量（被管资源抽象）的操作。SNMP MIB 是一种树形结构的数据库，一般存放在代理实体中。目前已有 MIB Ⅰ（RFC 1156 等）和 MIB Ⅱ（RFC 1213 等）两种 MIB。被管目标/变量分为 11 组：系统组、接口组、地址转换组、IP 组、ICMP 组、TCP 组、UDP 组、EGP 组、CMOT 组、传输组、SNMP 组。SNMP 的基本机制是无连接、轮流探询而非事件驱动，面向单项信息检索，分布性和安全性都较差，功能较少，不适合广域网；但是协议简单，开销较小、容易实现，代价较小，应用广泛，被公认为事实上的标准。1993 年在上述 SNMP V1 的基础上发展的 SNMP V2 增强了管理信息结构（SMI / PDU）、协议操作、批量数据检索、“管理者—代理者”通信、安全性等几个方面的功能。现在的 SNMP V3 是对 SNMP V2 改进和完善的新版本。

（撰写：陈锡铭　审订：李振邦）

jianxing xinmeng dianchi

**碱性锌锰电池** alkaline zinc manganese battery　以 Zn 为负极活性物质、$MnO_2$ 为正极活性物质、碱金属氢氧化物水溶液为电解质的电池。传统碱性锌锰电池中通常含有汞，对环境十分有害。20 世纪 90 年代以来，国际上已实现了该电池无汞化。通常，无汞碱性锌锰电池是指在电池生产过程中，不得使用汞及其化合物作为原辅材料，而由原辅材料杂质带入的含汞量须小于电池重量的 $1 \times 10^{-4}$%。碱性锌锰电池的主要功能是能提供标称电压为 1.5 V 的便携式一次性电源，其特点是：(1) 内阻低、短路电流大，以 LR6 电池为例，短路电流可超过 10 A；(2) 放电时，内阻变化小，放电曲线较平坦，连续放电性能好；(3) 放电容量大，比能量可达 55 ~ 88 W · h/kg 和 183 ~ 250 W · h/L；(4) 贮存性能好，保存期可达 5 年，放电容量下降率每年为 5% ~ 10%，开路电压下降率每年为 0.02 ~ 0.03 V；(5) 密封性能好；(6) 可在 −20 ~ 45℃ 温度环境下工作；(7) 汞含量小于电池重量的 $1 \times 10^{-4}$%，为绿色电池。碱性锌锰电池是一种典型的军民两用产品，其在军事上的应用也很广泛，如用作通信、照明及野战设备的电源等。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

jianxing xudianchi

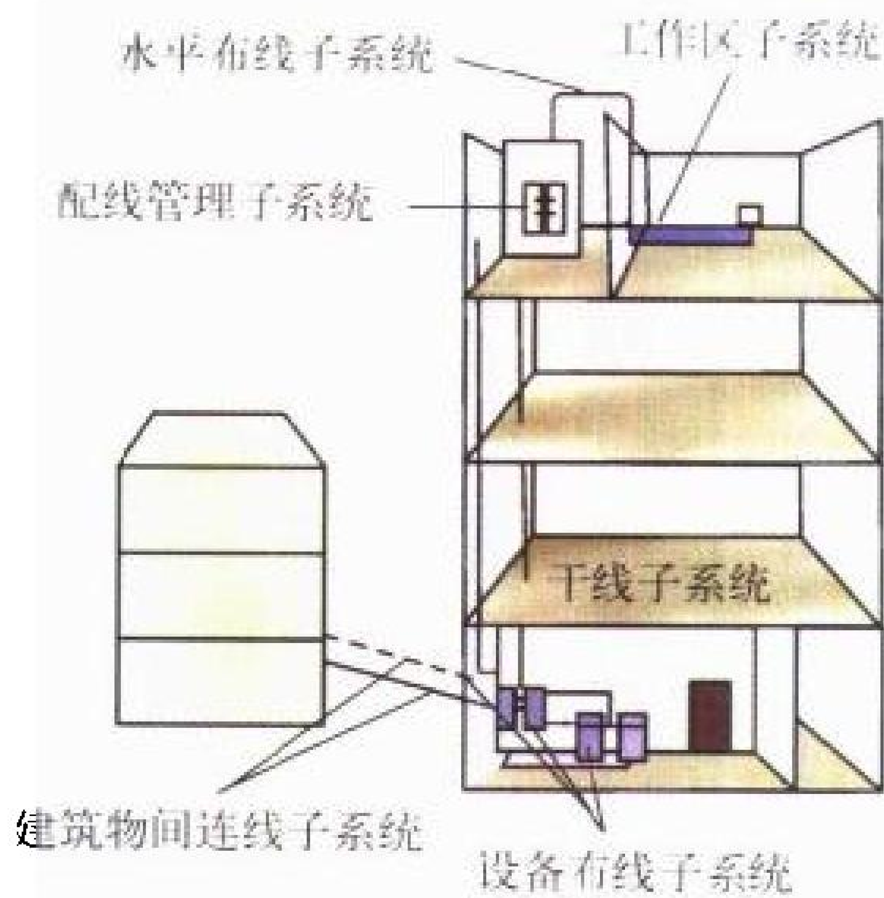
**碱性蓄电池** alkaline storage battery　采用碱溶液（KOH 或 NaOH 水溶液）为电解质的蓄电池的总称，如镉镍蓄电池、氢镍蓄电池、金属氢化物镍蓄电池、锌镍蓄电池、碱性锌锰可充电电池、镉银蓄电池、锌镍蓄电池、锌空气蓄电池和氢银蓄电池等。由于碱溶液的电导率很高，因此多数碱性蓄电池具有良好的高倍率放电能力（如锌银和镉镍蓄电池的放电率可达 10 ~ 20 C 等），能满足飞机的启动要求，甚至可作为电动鱼雷的操雷动力源；同时，碱性蓄电池中的镉镍和氢镍蓄电池具有很好的耐过充电性能，并实现氧在负极上的复合，因此这类电池不仅有长的循环寿命，还可以设计成密封型和全密封型结构。目前小型圆柱形密封镉镍和金属氢化物镍蓄电池已成为典型的军民两用产品，广泛用于对讲机、手机、笔记本计算机、军用电台和收录机等电源，而全密封镉镍和氢镍蓄电池则已成功地用于低轨道和同步轨道卫星，作为与太阳电池匹配的长寿命、高可靠储能电源。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

jianzhuwu buxian xitong

**建筑物布线系统** premises distribution system (PDS)　在建筑物群或建筑物内部为计算机、通信和监控系统预先埋设的

信号传输布线系统。它是为适应综合业务数据网（ISDN）的需求而发展起来的一种特别设计的布线方式，为业务大厦、智能大厦的建设提供了开放的、可重组的、多厂商产品兼容的解决方案。PDS已成为现代化建筑内部装修的一个组成部分。PDS是以光缆和非屏蔽双扭线为传输介质，采用压接和标准接插方式的格式化的布线系统，该系统将语音、图像、数据信号的布线与建筑物监控、安全报警等信号的布线综合在一起，可与计算机、通信及建筑物自动化系统设备相连接。如图所示，PDS由六个子系统组成：工作区子系统、水平布线子系统、配线管理子系统、干线子系统、设备布线子系统和建筑物间连线子系统。系统硬件除传输介质外还有配线架、标准插头座、适配器、光电转换设备和系统保护设备等。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）




PDS系统结构框图

jianchuan pingtai dianzi zhuangbei

**舰船平台电子装备**　shipborne electronic equipment　装在作战舰船上的各种电子装备与系统的总称。包括指挥控制系统、显示系统、电子战系统、通信系统、雷达、声呐、导航设备、武器控制系统，主要用于探测海上和空中目标，为武器系统提供目标坐标数据，引导舰载飞机的飞行和坐舰，保证舰艇的安全航行和战斗机动，对付雷达制导和红外制导的反舰导弹威胁，实施对舰队的指挥和武器系统的控制，确保对岸、对空、对海、军舰之间和舰内的通信联络等。不同舰船装载的电子装备有所不同，如装在航空母舰上的电子装备有自动化指挥控制系统、电子战系统、导航系统（惯性导航、无线导航、卫星导航等）、通信系统（舰内有线通信、舰外无线通信）、声呐、雷达等电子装备；导弹巡洋舰上装有指挥控制系统、作战训练系统、综合电子战自卫系统、侦察/搜索/制导/炮瞄雷达、声呐、通信和导航系统等；驱逐舰上装有自动化指挥系统、电子战系统、声呐、雷达、通信系统；潜艇上装有导航系统（卫星导航与惯性导航）、声呐、雷达、通信（卫星通信、超短波、短波）设备；护卫舰上装有声呐、雷达、通信、导航系统。综合化是未来舰船平台电子装备的发展方向。如美国海军为水面战舰研制的下一代综合电子战自卫系统——先进的综合电子战系统（AIEWS）能用来对付雷达制导和红外制导的反舰导弹威胁，满足在沿海浅海区域作战时的密集电磁环境要求。它除了能对威胁进行探测定位外，还能识别特定威胁辐射源，并能在密集导弹进攻中跟踪多个威胁目标。（撰写：崔德勋　审订：黄史坚）

jianbie

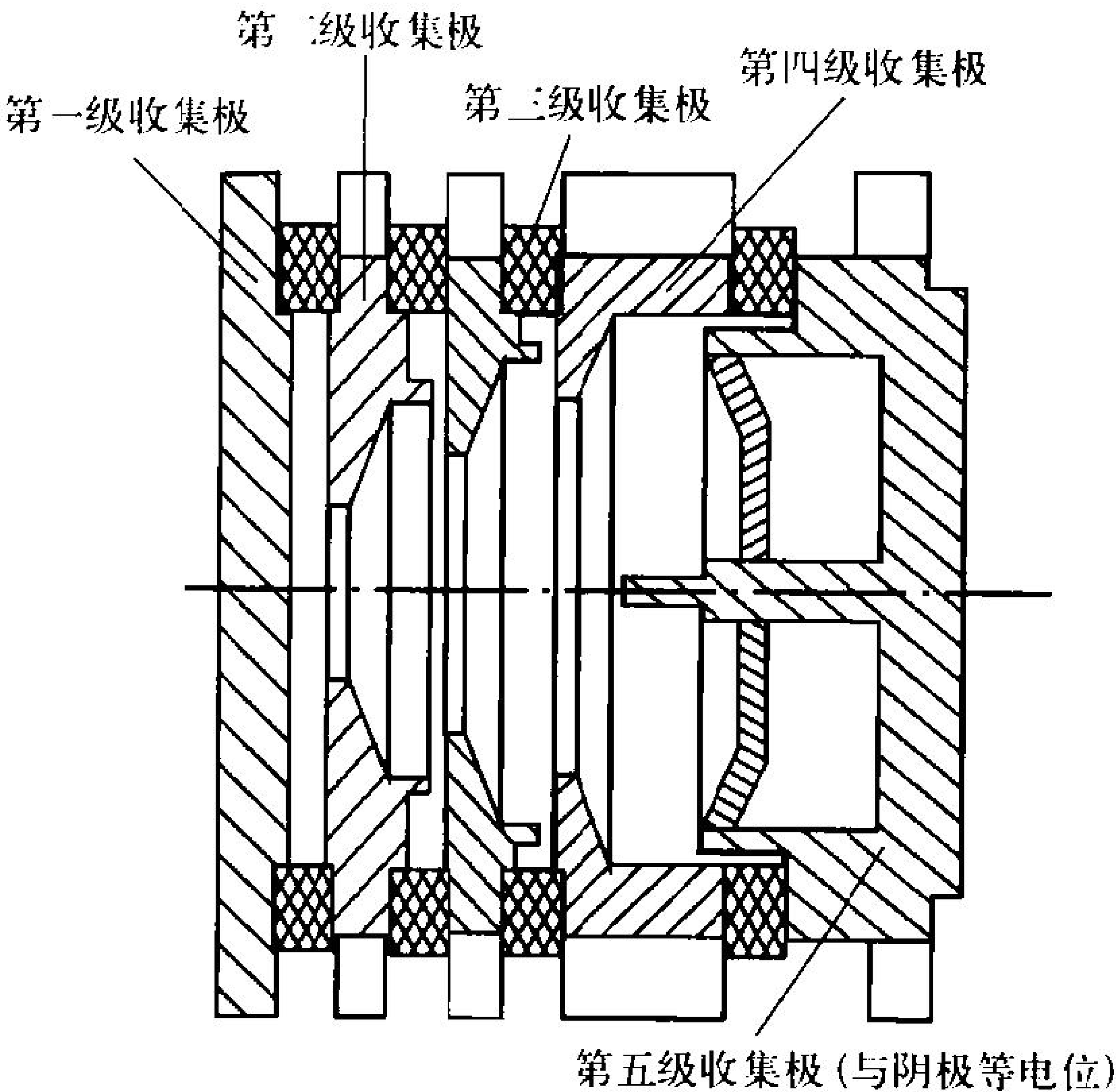
**鉴别**　authentication　一种与身份有关的业务，既可应用于实体又可应用于信息本身。参与通信的两个用户应相互进行身份识别，而对在信道上传送的信息也应提供有关源、源的日期、数据量、发送时间等的鉴别。密码学上的鉴别通常被划分成两大类：⑴实体鉴别，又称身份识别或身份验证，此种技术使两个用户中的一个（通过获取确凿的证据）确信所涉及的第二个用户的身份，而且在建立或获取证据期间第二个用户应是主动的。如果只有数据被传送，就必须识别通信双方，此时两个用户都应是主动的。⑵数据源鉴别，又称消息鉴别，此种技术通过确凿证据向接受消息的用户提供有关消息发送者的身份保证。数据源鉴别隐式地提供数据完整性，这是因为，如果消息在传输期间曾被修改，消息的源发方亦随之改变。（撰写：雷利民　审订：朱甫臣）

jiangya shoujiji

**降压收集极**　depressed collector　收集极电位低于慢波结构电位的收集极。行波管中电子注在和慢波结构中的高频场互作用交出能量后仍有相当大的动能。这主要是因为行波管中电子注要能和电磁波互作用，必须和电磁波的相速同步，也就是要保持一定的动能。此外在电子注和高频场的互作用中有少量的电子会被高频场加速而具有更大的动能，电子注打到收集极上后，动能变成了热能。为了节约电源的能量，减小收集极的热负荷，在功率较大的行波管中多采用降压收集极，即使收集极的电位低于慢波结构的电位，使电子在从慢波结构向降压收集极运动的过程中减小动能，从而达到使电源回收能量、减小收集极热负荷的目的。降压收集极的效果由效率改善因子$B$来表征。效率改善因子定义为

$$B = \eta_{on} / \eta_o$$

式中$\eta_{on}$为有$n$级降压收集极时的总效率；$\eta_o$为收集极不降压时的总效率。显然$B$越大，降压收集极的效果越好。它是降压收集极电位的函数，在一级降压收集极时收集极电位可降到慢波结构电位的一半左右（视行波管的电子效率而定，电子效率越高，降压幅度越小）。降压过多会使交出能量较多的电子不能到达收集极而打到慢波结构上，形成回流，造成效率下降。为了解决这一问题，可采用多级降压收集极，各



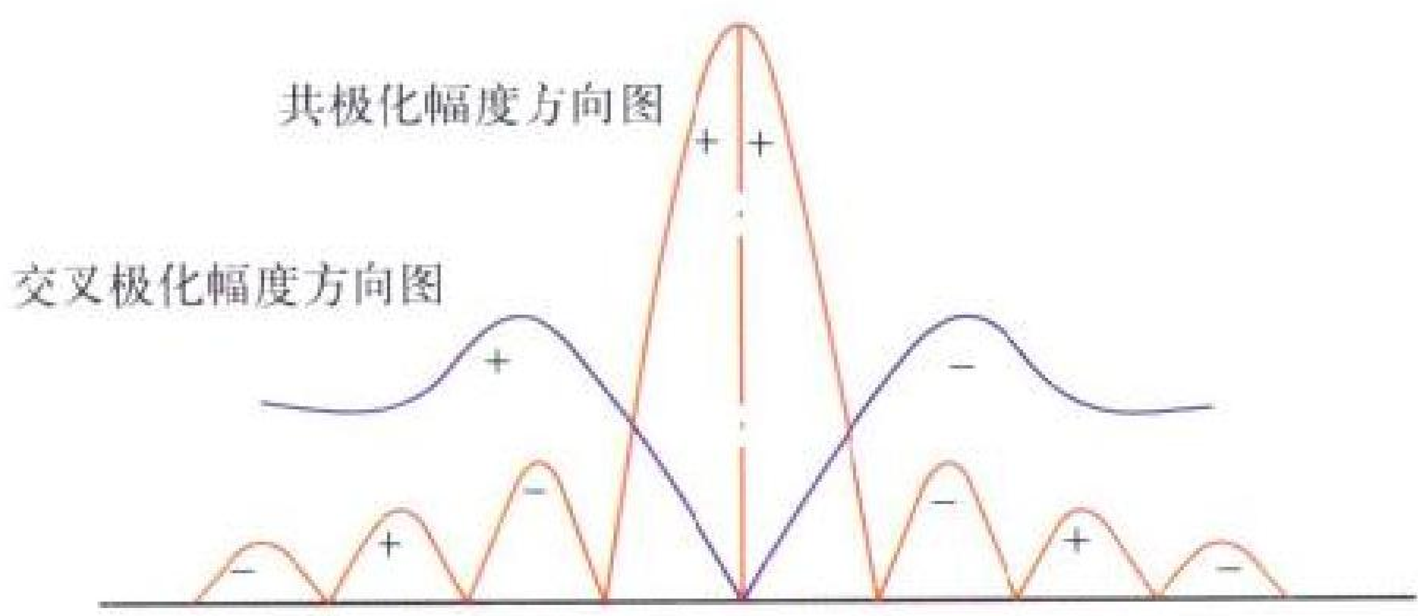

多级降压收集极结构图

级收集极处于不同的电位，使速度快的电子打到电位较低的收集极上，速度慢的电子打到电位较高的收集极上，实现所谓的速度分选而改善降压收集极的效果。多级降压收集极的电极形状及位置和电位分布的设计目标就是达到最佳的速度分选，使打到各级收集极上的电子速度降到尽可能的低。多级降压收集极虽然可以使行波管总效率提高很多，但由于它

的结构复杂且需要复杂的电源，因此只用于对电源容量有严格限制的场合（如卫星上用的行波管）。实际应用中多用一级或两级降压收集极，且其第二级多处于阴极电位，专门收集被高频场加速的快电子，以降低电源的复杂性。多级降压收集极的结构如图所示。（撰写：邬显平 审订：廖复疆）

jiaocha jihua ganrao

**交叉极化干扰** cross-polarization jamming 干扰信号的极化方向与被干扰的辐射源天线主极化成正交的一种电子干扰。这种技术既可使用转发式干扰，也可利用瞄频噪声干扰。主要用于干扰单脉冲跟踪雷达，使其产生角度误差。交叉极化干扰原理如图所示，对于雷达天线而言，当接收的信号为共极化方向时，天线上的信号幅度响应在天线瞄准轴方向上达到最大。如果接收的信号是交叉极化的，则在天线瞄准轴方向上为方向图的零点。当干扰信号强度达到抑制真实

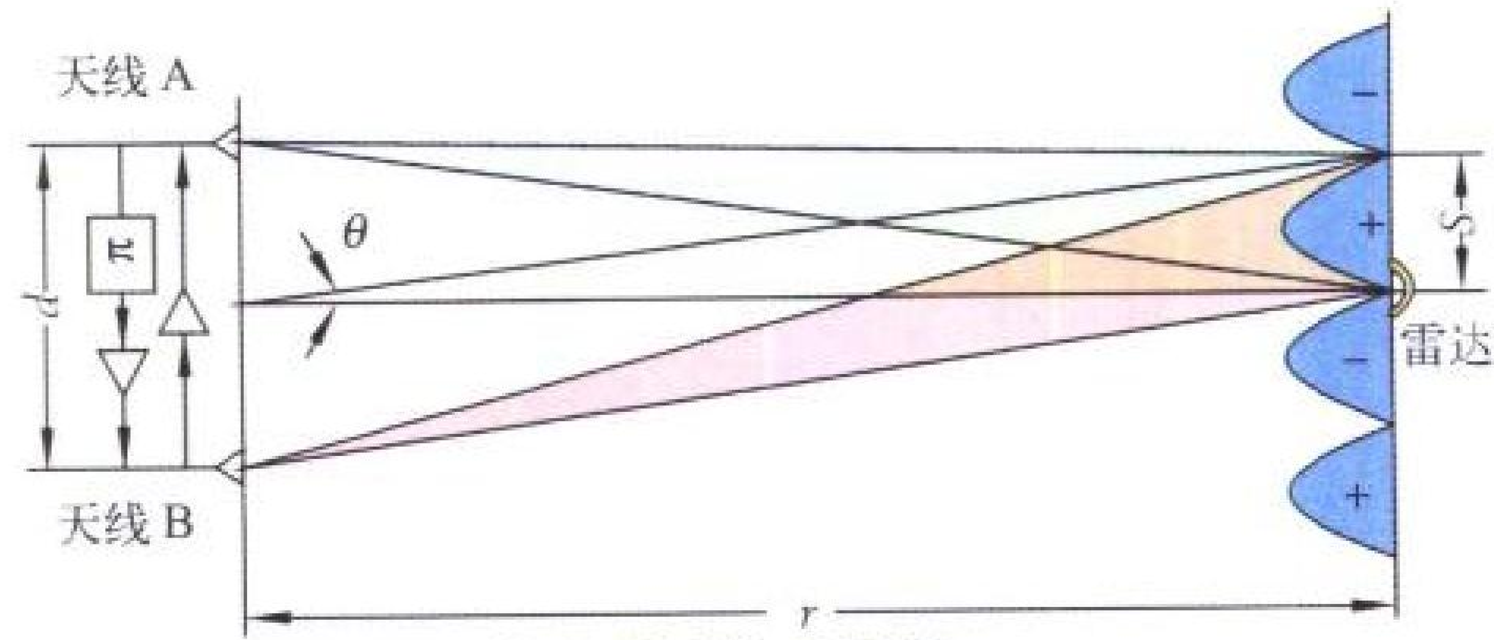



交叉极化信号在雷达方向图上的响应

的共极化回波信号时，雷达就会以交叉极化方向图对干扰信号进行角跟踪。因此其角度跟踪受到欺骗。交叉极化干扰的要求是：干扰信号极化方向与雷达天线主极化方向正交的精度要求很高，否则非但起不到干扰作用，反而成为雷达信号回波增强器。由于干扰信号以正交的极化方式到达雷达天线，所以要求有非常高的干信比，以补偿干扰信号的极化损耗。采用距离波门拖引或速度波门拖引，可以使干信比要求降低。（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

jiaochayan ganrao

**交叉眼干扰** cross-eye jamming 利用两个距离间隔为 $d$ 的天线，辐射相干干扰信号，它们到达雷达天线口面时，幅度相当，相位相反，从而产生波前相位失真，使雷达引入一个角度误差的干扰方法。如图所示，干扰机对准雷达。干扰




交叉眼干扰原理图

机天线A、B的基线与雷达到干扰机的视线垂直。天线B接收到的雷达信号通过放大从天线A发射出去，天线A接收到的雷达信号通过放大并反相从天线B发射出去。这两个信号在雷达到干扰机的视线上任何一点都对消为零，因此在雷达天线口径中心产生一个零点。由相位干涉原理，过雷达所在点与天线基线AB平行的线上还有其他零点。中心零点的两边是两束反相的锐干扰波瓣。在波瓣零点附近的小角度内，干扰信号的相位波前产生倾斜，单脉冲雷达跟踪这个畸变的相位波前，就会产生很大的角度跟踪误差。交叉眼干扰技术的主要缺点在于对干扰机运载平台的运动特别敏感，允许的偏航角非常小，姿态稍有偏差，就可能起不到干扰作用、反而成了雷达信标。因此实际使用应特别注意，而且要求两发射天线间隔比较大才有较好的干扰效果，只能在大型平台上应用。（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

jiaohuan jishu

**交换技术** switching technology 在电信网中实现传送信号时把一些网络功能单元、传输通路或电路有目的地互联起来，达到交换信号目的的一种技术。按实现方式，交换技术可以分为：人工交换和自动交换；按实现机理，交换技术又可以分为：模拟交换技术和数字交换技术；在数字交换技术所处理的信号形式上，又可以分为：同步传送模式（STM）交换技术和异步传送模式（ATM）交换技术。典型的同步传送模式交换技术是电路交换，而典型的异步传送模式交换技术有分组交换、帧中继交换、IP交换和ATM交换。这些交换技术在现实通信网中均有应用。随着信息化社会的到来，业务种类及数量均在增加，最近，又提出多协议标志交换（MPLS）等技术。（撰写：吴 巍 审订：李振邦）

jiaozhi

**交织** interleaving 按某一给定方式重新安排字符的排列顺序，然后经过调制送到信道上传送。收端则用去交织器对已解调的符号作与交织相反的排列，恢复原来的符号排列次序。经过交织和去交织的作用，移动通信信道中的突发错误变为分散到不同时间段的随机错误，便于用纠随机错误的纠错编译码技术纠错。交织器主要有随机式和周期式两种，后者较简单，应用广，但前者有更好的应变能力，适用于信道突发特性有显著变化的某些应用场合。周期式交织有两种结构形式：分组结构和卷积结构。交织技术能有效地将突发错误变为随机错误，显著改进系统性能。接收机要先完成去交织才能译码，会增大时延。对于要求实时传输的信号（如话音），必须注意控制交织产生的时延值。

（撰写：李仲令 审订：李振邦）

jiaotang zhilengqi

**焦汤制冷器** Joule-Thomson (J-T) cooler 又称气体节流制冷器。基于气体的正焦耳—汤姆逊效应（简称J-T效应），即利用高压气体通过小孔节流降压膨胀时吸热的效应而制成的制冷器。利用不同的高压气体作为制冷工质，可以实现不同的制冷工作温度。焦汤制冷器的优点是体积小、重量轻、冷却速度快、工作可靠，特别适合安装在空间很小而且制冷时间极短的导弹寻的头的红外探测器中。目前，红外探测器所用的焦汤制冷器主要有自调式和快启动式两种。

（撰写：王戎瑞 审订：韩建忠）

jiaodu qipian ganrao

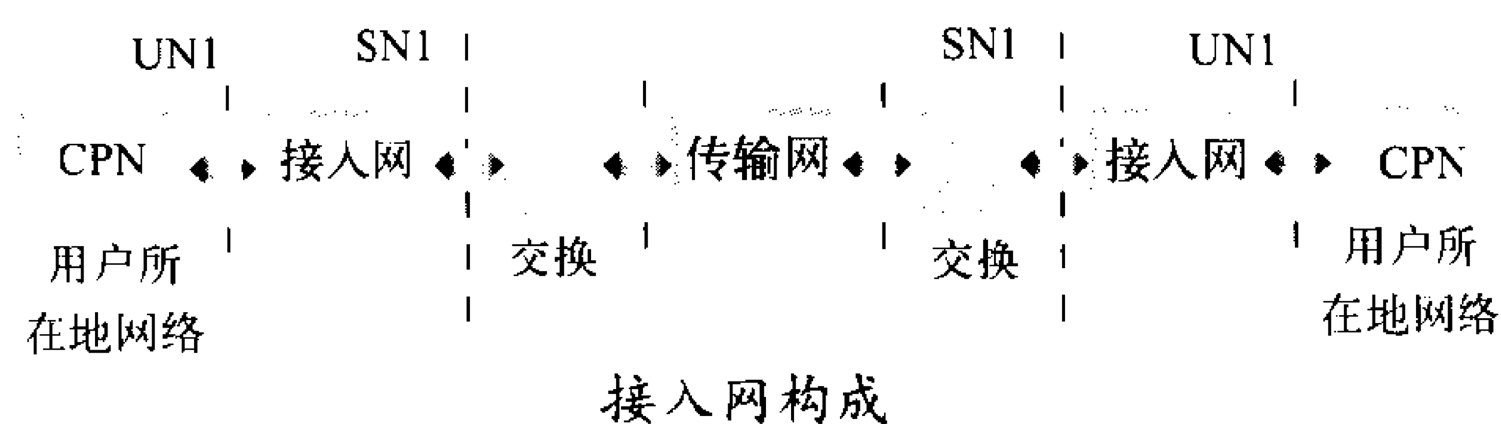
**角度欺骗干扰** angular deception jamming 使被干扰辐射源的测角和角跟踪系统产生错误跟踪或增大误差的一种干扰。雷达角度欺骗干扰就是发射与目标回波角度信息不一致的干扰信号，使跟踪雷达的角度自动跟踪系统跟踪不稳定、跟踪误差增大、错误跟踪甚至跟踪中断。雷达的跟踪体制不同、所采用的角度欺骗技术也不同。如对单脉冲跟踪雷达的角度欺骗

技术主要有：相干干扰、闪烁干扰和交叉极化干扰；对圆锥扫描雷达的角度欺骗技术主要有倒相干扰；对隐蔽锥扫雷达有随机方波干扰、扫频锁定干扰、扫频方波干扰；对线性扫描雷达有角度波门拖引干扰和同步挖空干扰等，也可采用无源干扰机方式实施角度欺骗干扰。角度欺骗干扰用来保护那些被带有自动寻的导引头的武器所攻击的目标，如飞机、导弹、雷达等，它既可用于单个目标的保护，也可用于成批目标的保护。

（撰写：王殿勇　修订：王　燕　审订：索以宾）

jieruwang

**接入网**　access network　作为本地交换与用户之间的连接网络。接入网由业务节点接口 SNI 和用户网络接口 UNI 之间的一系列传送实体组成，如图所示。它是为提供电信业务而




接入网构成

提供所需传送承载能力的实施系统。可经由管理接口 Q3 配置和管理。原则上接入网可以实现的 UNI 和 SNI 的类型和数目没有限制。接入网可分为五个基本的功能组：用户接口功能、核心功能、传送功能、业务接口功能和管理功能。接入网的分层模型用来定义接入网中各实体间的互联。它分为接入承载处理功能层 (AF)、电路层 (CL) 和传输媒介 (TM)。AF 层的内容为用户承载体、用户信令、控制和管理；CL 层模式有电路模式、分组模式、帧中继模式和 ATM 模式；TM 层方式有 PDH、SDH、ATM 等；TM 层传输媒介有对绞电缆系统、同轴电缆系统、光纤接入系统、无线接入系统。接入网的应用业务节点分两类：一类支持单一业务，另一类支持多种业务。业务节点能提供的本地交换业务有：PSTN 业务、窄带 ISDN 业务、宽带 ISDN 业务、分组数据业务；租用线业务有：基于电路模式的租用线业务、基于 ATM 的租用线业务、基于分组模式的租用线业务。接入网发展十分迅速，特别是从 1995 年 7 月 ITU-T 通过《接入网功能框架建议——结构和功能、接入类型、管理和业务节点方面》的建议，即 G.902 以来，ITU-T 建议中涉及到与接入网有关的标准建议有：UNI 接口规范的系列建议、SNI 接口规范的系列建议、Q 接口规范的系列建议等。

（撰写：邱　杰　审订：李振邦）

jieshouji dongtai fanwei

**接收机动态范围**　receiver dynamic range　接收机正常工作时，同时容许的最大输入信号功率 $P_{i\max}$ 与最小可检测信号功率 $P_{i\min}$ 之比，可用下式表示

$$D_r = 10\lg(P_{i\max}/P_{i\min})$$

式中 $D_r$ 为动态范围 (dB)。在大多数情况下，最小输入功率为无信号输入时，接收机等效输入噪声功率，这样可认为最小可检测信噪比为 0 dB。当采取不同的信号形式，如脉冲压缩、相位编码或脉冲串的相参积累时，最小可检测信号功率可进一步降低，从而降低了对动态范围的要求。容许最大输入信号在不同情况下有不同定义。如在线性接收机中往往以系统增益下降 1 dB 的输入信号为最大输入信号。在此条件下测得的动态范围称为 1 dB 压缩点动态范围。在对数或限幅接收机中容许最大输入信号是其对数或限幅特性误差不超过给定值的信号。这个给定值一般为 5% ~ 10%。接收机为适应目标距离远近、目标大小等造成的输入信号功率变化，在不同场合，分别采用自动增益控制、灵敏度时间控制以及采用对数放大、限幅放大等方法来扩展接收机的动态范围。动态范围值一般可达 50 ~ 100 dB。

（撰写：丁家会　审订：向敏清）

jieshouji zizhu wanhaoxing jianshi

**接收机自主完好性监视**　receiver autonomous integrity monitoring (RAIM)　利用 GPS 接收机本身的处理器判定 GPS 卫星信号完好性的一种技术。RAIM 技术利用冗余 GPS 卫星伪距测量信息，对 GPS 导航解进行一致性检验，以判定 GPS 卫星所发射的导航信号是否有故障。如果有足够多的冗余伪距测量值，还可以进一步隔离和确定有故障的卫星，从而达到完好性监测的目的。RAIM 技术的研究从 20 世纪 80 年代后期真正开始，人们已研究出多种算法。RAIM 是集成在 GPS 接收机中的一个软件功能模块，其最大优点是对卫星信号故障反应迅速，完全自动且无需外界信号输入、无需地面设备且几乎不增加机载设备费用。其缺点是，在 GPS 卫星几何精度因子不好或可见卫星数少于 5 颗时，RAIM 将无法正常工作。目前，按照美国联邦航空局 TSO-129 条例的规定，所有空用 GPS 接收机必须具有 RAIM 功能，并且已批准符合 TSO-129 条例的 GPS 接收机在越洋和边远区域航行阶段作为民航的主用导航系统，在内陆航行阶段、终端区和非精密进近阶段作为辅助导航系统。

（撰写：丁　群　审订：邱致和）



jiejing shebei he jiance yiqi

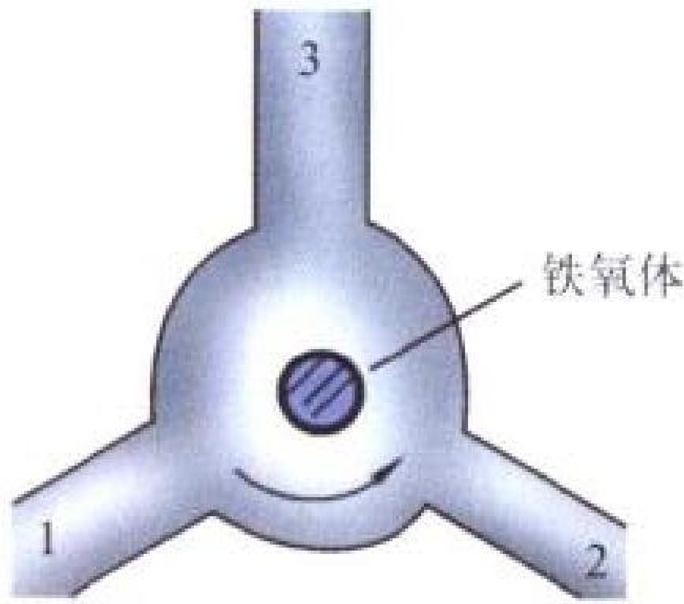
**洁净设备和检测仪器**　clean equipment and monitoring instrument　为确保 IC 生产的超净环境和工艺条件所采用的设备和监测仪器。它包括洁净厂房设备和监控系统、超纯水系统和监控装置、各种气体精制纯化装置和监测仪器等。洁净厂房通常由空调系统，中、高效过滤器，气流设计和风淋室等组成。洁净厂房的洁净度以单位体积空气中所含尘埃粒子的粒径和颗粒数量划分为不同的等级。IC 生产环境洁净度的等级要求，主要与 IC 设计图形的线宽和生产工序有关。洁净厂房的级别分为 $10^4$ 级、$10^3$ 级、$10^2$ 级、$10^1$ 级和 0 级等。根据图形线条尺寸不同，对尘埃颗粒的直径有严格要求。例如，对 1 μm IC 的光刻工艺，要求 0.5 μm 以下的尘埃每升少于 100 个，并定为 100 级。对洁净厂房内部空气中的粒状物质、温湿度、压力等项参数进行检测的仪器有尘埃粒子计数器、温湿度仪和微压差计、热电风速仪等。洁净厂房设备必须保证每日 24 小时运行。纯水系统由过滤器、紫外杀菌、离子交换、逆渗透和水电导仪等装置构成，其中纯水电导仪起监控纯水电阻率的作用。纯水的电阻率在 15 ~ 18 MΩ 以上。IC 生产过程中使用的气体纯度由相应纯化装置加以保证，并由露点监测仪和有关分析仪器定期检测。

（撰写：乔宝文　审订：陈效建）

jiehuanxingqi

**结环行器**　junction circulator　传输线间有一个结的环行器。即由微波铁氧体材料和传输线结所构成的环行器。如波导结环行器、带线结环行器、微带结环行器等。结环行器可采用高场（工作场高于铁磁共振场）工作方式或低场工作方

式。高场工作时频带较窄，多用于微波的低频段；低场工作时频带较宽，采用适当匹配技术可达到倍频程。结环行器可以用若干种方法(结的对称性各有特点)构成。为了指明这些环行器的类型，“结”这个字常被省略，而改用一个限定前缀，例如用术语“Y 环行器”和“T 环行器”，其中大写字母用来说明所使用的结的类型。在波导环行器的情况下，必须作进一步限定，例如用术语“H 面 Y 环行器”等。



结环行器的基本几何形状

(撰写：李克文　万　飞　审订：刘　剑)

jiebianpin cikongguan

**捷变频磁控管**　frequency-agile magnetron　频率能够快速变化，每一个脉冲发射的频率都与前一个脉冲不同和不相关的磁控管。磁控管的频率调谐，可用两种方法来实现：(1) 机械调谐，如叶片调谐、液压调谐、旋转调谐、音圈调谐、压电调谐等，频带宽度可以达到 10%。但调谐速度慢，可靠性较差。(2) 电调谐，如 PIN 二极管调谐、倍增放电调谐、铁氧体调谐等，调谐速率快，有较高的可靠性，但调谐带宽较窄，通常只有 1% ~ 2%。用编码信号或随机噪声源来控制调谐元件的调谐速度，可以得到随机的发射频率。同样适当改变电压脉冲的触发相位或脉冲重复周期，也可以实现随机脉间变频。捷变频磁控管除了能提高雷达的抗干扰能力外，还可以增大雷达的作用距离，提高雷达跟踪精度和目标分辨力，增强抑制海浪杂波能力。捷变频磁控管(见图)主要用于将原磁控管式雷达改装成非相参频率捷变雷达，达到研制周期短，成本低，见效快的目的。


捷变频磁控管

(撰写：何天水　审订：廖复疆)

jielianshi guandao xitong

**捷联式惯导系统**　strapdown inertial navigation system　一种用“数学平台”(平台的功能完全由计算机来完成)来代替实体惯性平台的惯导系统。在捷联式系统中，陀螺和加速度计直接固联于载体上。正是因为惯性器件直接固联于载体上，使它不具有像平台式惯导系统那样通过环架来隔离运动的作用，所以要求陀螺和加速度计的动态范围大并能在恶劣动态环境下确保其正常工作。目前，可供用作捷联式惯导系统的陀螺有：单自由度液浮陀螺、动力调谐陀螺(即挠性陀螺)、静电陀螺、环形激光陀螺、光纤陀螺以及半球谐振陀螺等。捷联式惯导系统的特点是：(1) 因为去掉了实体平台，减少了机械零部件，加之易于采用多个敏感元件、实现冗余度、所以捷联式惯导系统比平台式惯导体积小、重量轻、可靠性高；(2) 捷联式惯导系统的初始对准时间比较短，一般不超过 10 min，而平台式惯导系统则需要 20 min 左右；(3) 与平台式惯导系统相比，捷联式惯导系统的维护比较简便，故障率较低，因而使用和维护费用较低。捷联式惯导系统所需运算量大，因此它不但是陀螺技术进步的产物，还是计算机技术进步的产物。　(撰写：谢洪华　审订：邱致和)

jiemi

**解密**　decryption　通过使用一个合适的密钥把已被加密的消息(即密文)转换成其等价明文的过程。解密是加密的逆过程(参见加密)。　(撰写：雷利民　审订：朱甫臣)

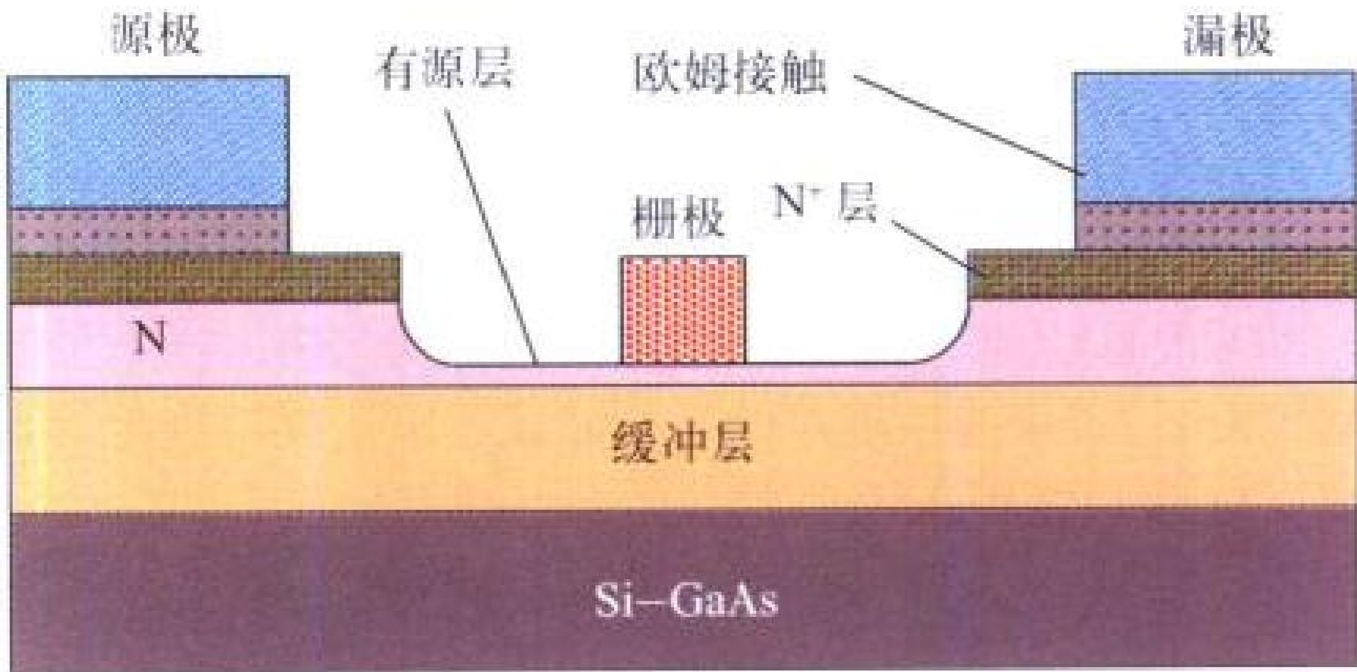
jieshi chengxu

**解释程序**　interpreter　按照源程序中指令或语句的动态执行顺序，逐条翻译，并立即解释执行相应功能的处理系统。解释程序与编译程序不同，它不把源程序翻译成机器语言形式的目标程序，而是直接把源程序中的指令或语句转换成加工数据的动作或完成所需功能的动作。解释程序优点是实现算法简单，便于修改和调试，但是运行效率低，主要用于交互式工作或在调试状态下运行。

(撰写：张晓先　审订：瞿兆荣)

jinshu bandaoti changxiaoying jingtiguan

**金属半导体场效应晶体管**　metal semiconductor field effect transistor (MESFET)　以金属半导体势垒接触为栅电极的场效应晶体管。理论上把金属半导体形成的接触势垒称为肖特基势垒，所以 MESFET 又称肖特基栅场效应晶体管。MESFET 的另两个电极即源和漏均为金属半导体欧姆接触。场效应晶体管参与导电的仅有一种载流子，故又称为单极器件。选择载流子迁移率高的半导体材料制造 MESFET 可以获得良好的微波特性。MESFET 的发展同 GaAs 材料是紧密相连的，因为 GaAs 不同于 Si，很难实现 MOS 或 MIS 结构。GaAs MESFET 自 20 世纪 70 年代诞生、80 年代成熟之后很快确立了在微波半导体集成电路中的主导地位。MESFET 的剖面结构如图所示。表征 MESFET 的一个关键参数是栅长



MESFET结构图

$L_g$，它不仅代表着器件加工的工艺水平，而且还决定着器件电流增益、截止频率、噪声系数等主要参数水平。GaAs MESFET 的栅长一般在亚微米量级，甚至到深亚微米。MESFET 的进一步发展是高电子迁移晶体管 (HEMT)、赝配高电子迁移率晶体管 (PHEMT) 和变异结构高电子迁移率晶体管 (MHEMT)。GaAs MESFET 是一种多功能器件，可以用于微波信号的放大，用在控制电路中可实现开关、衰减和移相的功能。利用肖特基势垒的非线性电导和非线性电容，还可以实现微波检波、频率变换和调频等功能。

(撰写：陈堂胜　审订：林金庭)

jinshu lingjian de jinghua

**金属零件的净化**　cleaning of metal parts　本质上是去除零

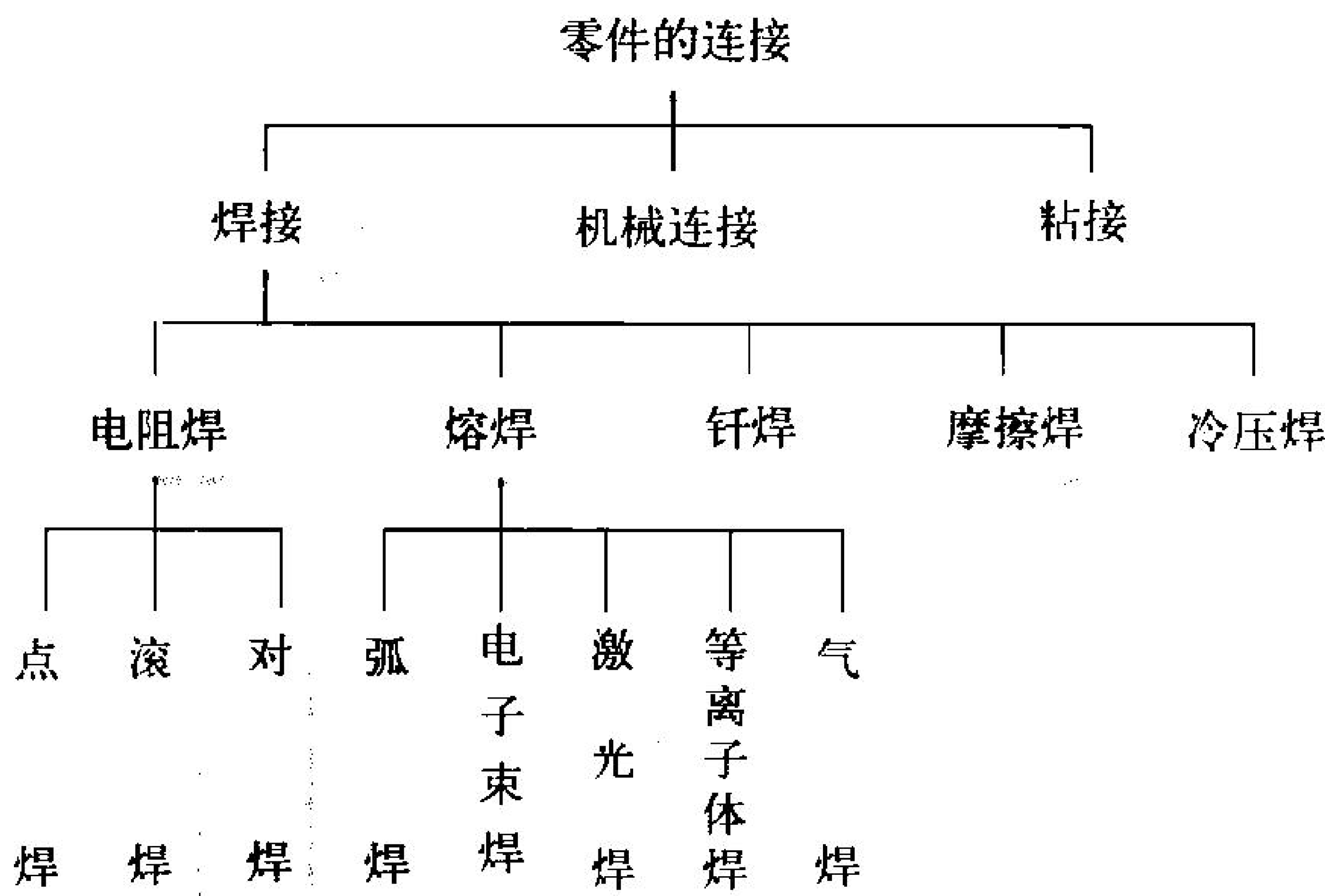
件表面的脏物。在零件加工过程中，不可避免地受到各种脏物的污染，这些脏物不仅直接影响管内的真空度，而且对其各项电参数、可靠性以及寿命都有严重的影响。

金属零件上的脏物大体上可分为两类：一类是润滑油、油脂、灰尘、纤维等，这类脏物是不与零件发生化学反应的，可用有机溶剂、洗涤剂、碱和机械擦洗的方法去除；另一类是金属氧化物和其他金属化合物，这类脏物是与零件发生化学反应的，可用化学浸蚀的方法去除。常用的有机溶剂有三氯乙烯 ($C_2HCl_3$)、丙酮 ($C_3H_6O$) 和汽油等，常用的洗涤剂是烷基苯磺酸钠，常用的碱有苛性钠和苛性钾 (KOH)；常用的化学浸蚀方法是酸洗。零件清洗的质量，对整管性能、可靠性至关重要，必须进行认真的检验，一般采用下列三种方法：(1) 用肉眼或借助放大镜进行观察，确定零件表面有无油迹、酸迹、手印和氧化物等；(2) 进行水膜试验，观察零件表面水浸润的状况；(3) 进行喷雾试验，观察零件表面的水珠是否连成片。

(撰写：高陇桥　审订：廖复疆)

jinshu lingjian de lianjie

**金属零件的连接**　link of metal parts　在真空电子器件中，用某种方法将两个或两个以上的金属零件结合在一起，并具有一定的强度和气密性。通常一个整管，都具有数以百件的连接缝，任何一条连接缝出现质量问题，都给制管带来严重影响甚至失败。为了把全部零件组装成一个整管，应根据材料的性质、零件的结构以及机械强度和气密性的要求，采用各种各样的连接方法，真空电子器件中，零件的连接大致分为三类，即焊接、机械连接和粘接。其中以焊接应用最为广泛。零件连接方法的分类如图所示。




零件连接方法分类图

(撰写：高陇桥　审订：廖复疆)

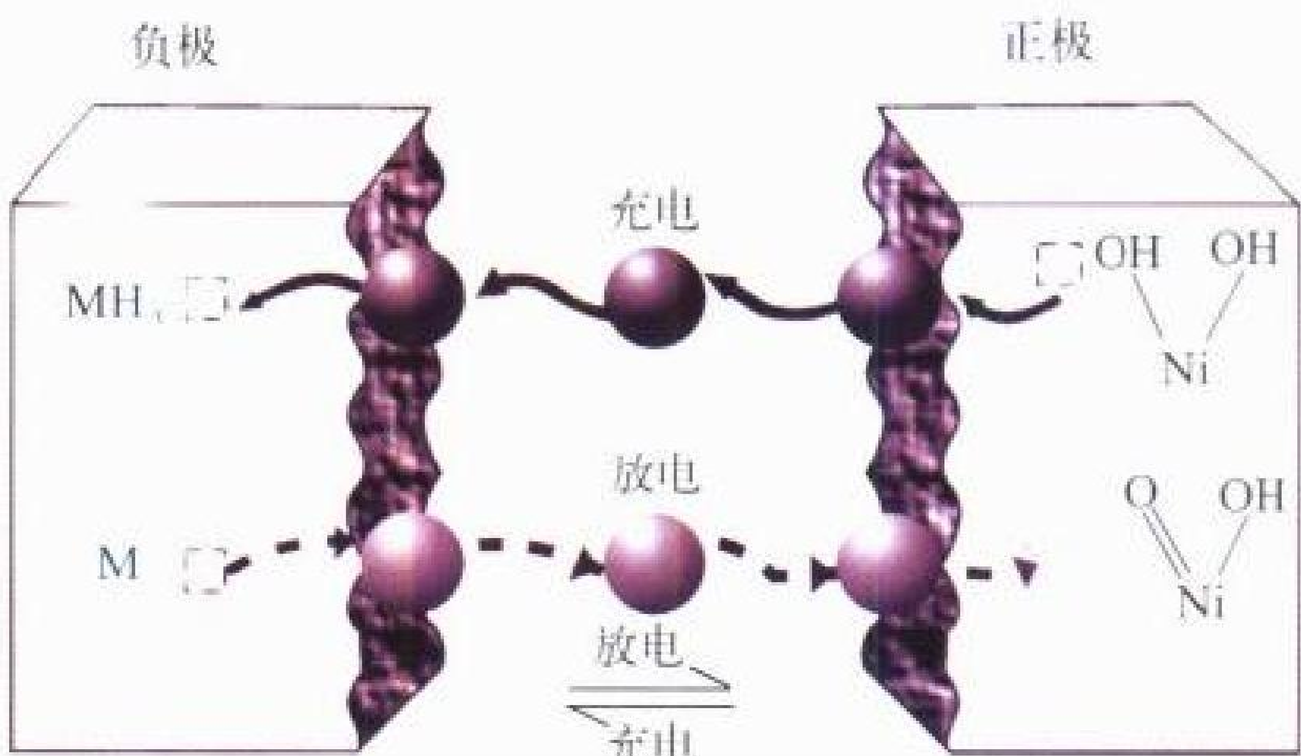
jinshu lingjian de tezhong jiagong

**金属零件的特种加工**　special finishing of metal parts　直接利用电能、声能、光能和电化学能等能量进行加工的总称。它与传统的机械加工方法 (如车、铣、刨、磨、冲压、冷挤压和绕制等) 相比有两个特点：(1) 不是依靠机械能而是依靠其他能量形式来切除被加工材料的多余部分，加工过程中工具与工件之间没有显著的机械切削力；(2) 加工用的工具材料的硬度可以低于被加工材料的硬度。特种加工方法是适应新材料和高新技术的发展而发展起来的，真空电子器件是一类结构复杂、零件精细和可靠性要求高的器件，原有的传统加工方法往往不能满足。常用的特种加工方法有电火花、电解和电铸、超声波、高能束以及复合加工等。特种加工的特点是适应性强、加工范围广、自动化程度高、多数不需要加工工具、几乎不承受加工作用力，适合于二维或三维复杂型面和特殊加工面的加工。

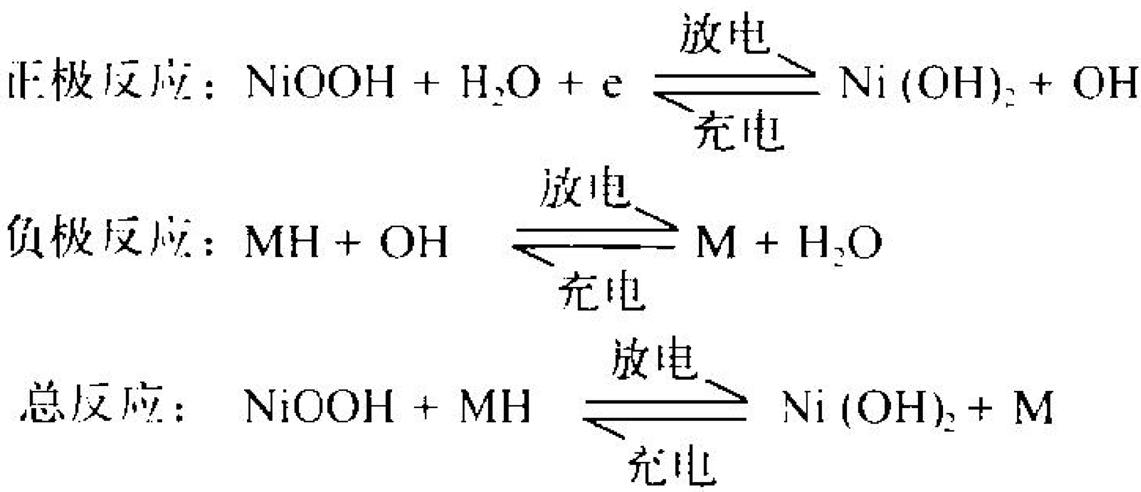
(撰写：高陇桥　审订：廖复疆)

jinshu qinghuawu niexudianchi

**金属氢化物镍蓄电池**　nickel metal-hydride battery　以氧化镍为正极、贮氢合金材料为负极，KOH 碱性溶液为电解液的可充电电池，其工作原理如图所示。金属氢化物镍电池




金属氢化物镍蓄电池的充、放电反应原理图



正极反应：$NiOOH + H_2O + e \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} Ni(OH)_2 + OH$

负极反应：$MH + OH \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} M + H_2O$

总反应：$NiOOH + MH \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} Ni(OH)_2 + M$

(简称金属氢化物电池)，是 20 世纪 90 年代投放市场的新型碱性可充电电池。它与传统的镉镍电池具有良好的互换性 (标称电压 1.2 V)，用电器具无需更改，即可采用金属氢化物电池替代镉镍电池。金属氢化物电池与镉镍电池相比，具有工作时间长 (以相同电流放电时，同尺寸电池的工作时间是一般镉镍电池的 1.5 ～ 2 倍)，而且电池采用贮氢合金材料替代有毒物质 Cd，消除了镉污染，被誉为绿色电源。金属氢化物镍电池目前已广泛应用于移动电话、便携式计算机和各种军用电台。它在电动工具、电动自行车和混合型电动汽车领域也将有良好的应用前景。

(撰写：汪继强　审订：宋海德)

jinshu yanghuawu bandaoti jicheng dianlu

**金属氧化物半导体集成电路**　metal-oxide-semiconductor integrated circuit (MOS IC)　又称 MOS 集成电路。采用金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 作为有源器件构成的集成电路。由于 MOSFET 的输入阻抗高、功耗低、工艺可控性好，因此它是超大规模集成电路的核心器件。

由 MOSFET 构成的集成电路有 PMOS 集成电路、NMOS 集成电路和 CMOS 集成电路。采用 P 沟道 MOSFET 构成的集成电路称作 PMOS 集成电路，采用 N 沟道 MOSFET 构成的集成电路称作 NMOS 集成电路，采用 PMOSFET 和 NMOSFET 互补构成的集成电路称作 CMOS 集成电路。CMOS 集成电路的优点是静态功耗低、允许电源电压波动范围大、抗干扰能力强、工作速度快、扇出系数大、输出逻辑振幅大，因而已成为超大规模集成电路的发展主流。

(撰写：景佩苏　审订：金毓铨)

J

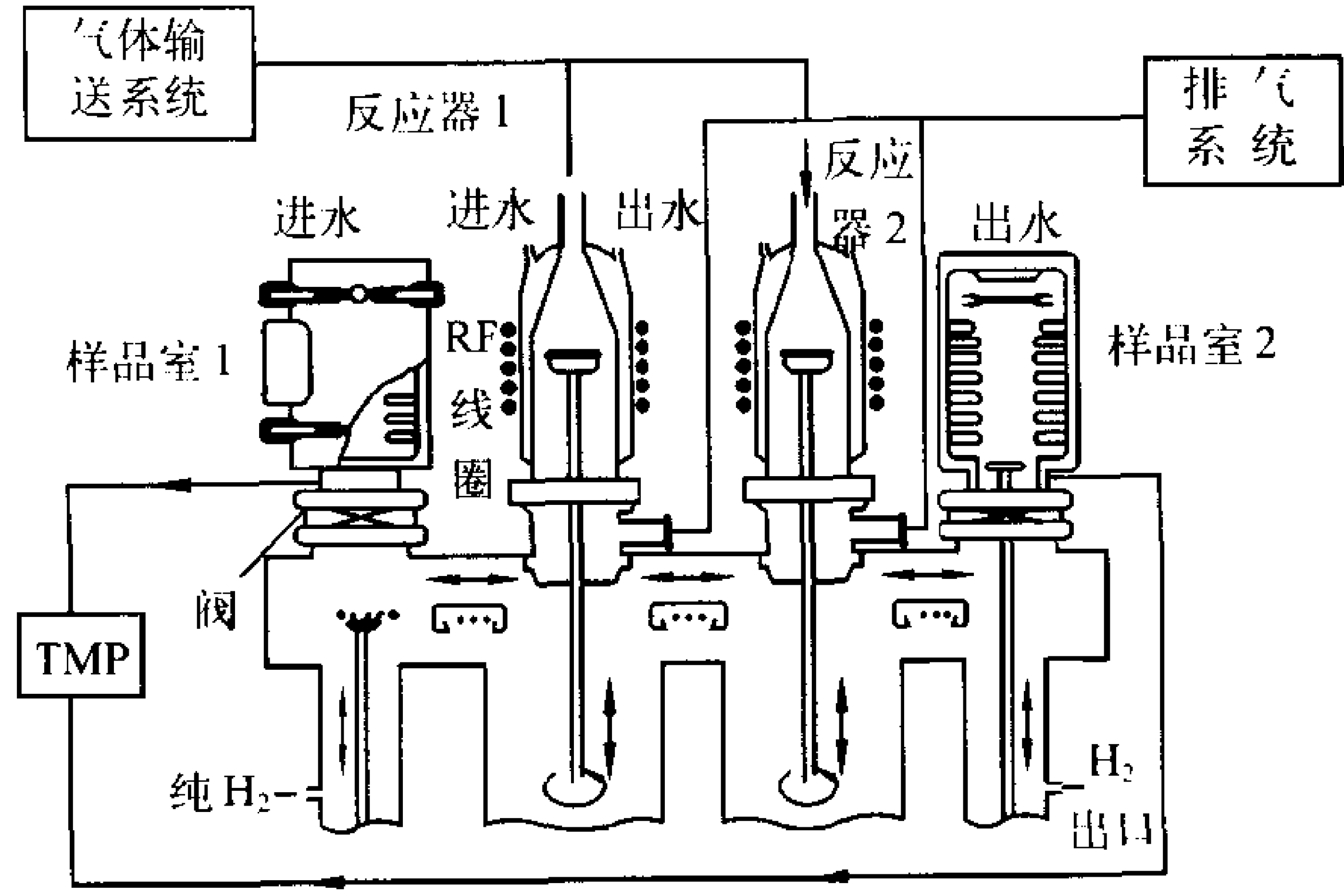
jinshu yanghuawu bandaoti luoji dianlu

**金属—氧化物—半导体逻辑电路** metal-oxide-semiconductor logic circuit (MOS logic circuit) 采用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)为有源器件构成的逻辑电路。最早发展的是PMOS逻辑电路,它采用P沟道MOSFET为有源器件、工艺简单,成本低,但速度低、功耗大,不能与其他逻辑电路兼容,因此目前已基本被NMOS和CMOS逻辑电路替代。NMOS逻辑电路是采用N沟道MOSFET为有源器件,它速度快、集成度高、阈值电压低,可与晶体管—晶体管逻辑电路兼容,主要用于构成LSI、VLSI等逻辑电路。由PMOSFET为负载管、NMOSFET为驱动管的互补对管构成的反相器为基本单元,组成的逻辑电路称作CMOS逻辑电路,它速度快,功耗低、抗干扰和驱动能力强,已成为逻辑电路的主流产品,在要求低功耗的航天电子系统、电子表、计算机等领域得到广泛应用。

(撰写:贾松良 修订:景佩苏 审订:金毓铨)

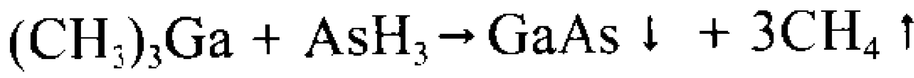
jinshu youji huaxue qixiang dianjifa

**金属有机化学气相淀积法** metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) method 以金属的有机化合物和非金属的氢化物(或烷基物)作源材料,进行化合物的气相外延的方法。此方法的优点为:(1)适用范围广,几乎能制备所有Ⅱ－Ⅵ族、Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体以及三元、四元半导体材料;(2)使用气态源,化合物的组分精确可控;(3)工艺简单,重复性好,适于批量生产。但多数源材料易燃、易爆、剧毒、对实验室防护要求高。以GaAs MOCVD为例,设备如图所示,源材料为三甲基镓[$(CH_3)_3Ga$]及砷烷($AsH_3$),




双反应室MOCVD系统

在600～750℃下发生歧化反应而外延GaAs



$$(CH_3)_3Ga + AsH_3 \rightarrow GaAs\downarrow + 3CH_4\uparrow$$

目前已有成套自动化MOCVD设备问世,可提供大直径、多片GaAs外延生长。MOCVD也是生长HgCdTe薄膜的重要方法,制作高$T_C$超导氧化物和铁电氧化物薄膜方面也有使用。

(撰写:沈能珏 审订:华庆恒)

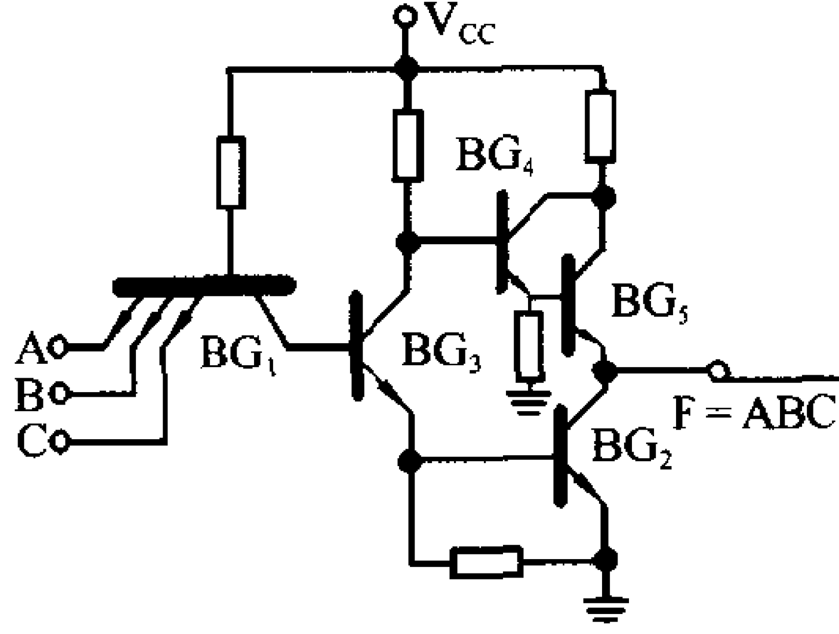
jinshu zhengqi jiguangqi

**金属蒸气激光器** metal vapor laser 以金属原子或离子蒸气为工作介质的激光器。已实现激光振荡的有Cu、Pb、Mn、Au、Ca等金属原子和Cd、Se、Zn等金属离子。金属原子激光器发射的波长遍及从紫外到红外宽广的光谱区,其特点是效率高、脉宽短和可重复工作,其典型代表是铜蒸气激光器。其工作波长为510.5 nm和578.2 nm、只能脉冲工作、典型重复频率20 kHz、每脉冲输出能量1～10 mJ。为了获得所需的蒸气密度,铜蒸气激光器必须在高温(1600℃)下运转,目前平均输出功率可达100 W。该类激光器在分离同位素、水下通信、水下目标探测、泵浦染料激光器等方面有重要应用。金属离子激光器参见离子激光器。

(撰写:刘兴新 审订:梅遂生)

jingtiguan jingtiguan luoji dianlu

**晶体管—晶体管逻辑电路** transistor transistor logic circuit (TTL) 全部采用晶体管为有源器件的逻辑电路。实质上是将DTL输入级的二极管改成多发射极晶体管,典型的TTL与非门电路如图所示。具有多个发射极的晶体管简称多射极管。TTL的功耗延时积和速度性能较好,使用方便,输出驱动能力强,输出阻抗高,有一定抗干扰能力,是目前广泛应用的一类逻辑集成电路。




TTL与非门电路

(撰写:景佩苏 审订:金毓铨)

jingjian zhilingji jisuanji

**精简指令集计算机** reduced instruction set computer (RISC) 采用简化了的指令系统和硬连线控制器的计算机。RISC是在高效的流水线技术的基础上充分利用指令并行执行和编译优化技术的计算机。

20世纪80年代初,RISC这一词刚刚问世时,它的含义是简化指令系统的计算机,它舍弃不常用的复杂指令、并充分改进频繁使用的基本指令的实际执行效率,把微程序控制器改为硬连线控制器,加强寄存器—寄存器操作指令,从而简化了计算机结构,提高了性能。后来,RISC技术强调优化流水线设计,在这个基础上使1条基本指令的执行尽可能在1个机器周期内完成。但商品化的RISC产品并不太追求指令系统和硬件结构的简化,而是强调在流水线结构的基础上、使执行指令的平均周期数(CPI)尽量减少;或使每个周期平均执行的指令数(IPC)尽量提高。由于流水线指令在执行过程中存在着数据相关和转移相关的问题,可以用编译优化指令调度技术来提高流水线执行效率。因此减少CPI或提高IPC必须要十分注重硬件和软件设计密切结合,以提高系统的整体性能。

(撰写:李三立 修订:张学孝 审订:张金荣)

jingjian zhiling jisuanji jicheng dianlu

**精简指令计算机集成电路** reduced instruction set computer integrated circuit 通过简化单条指令功能的方法来简化微处理器芯片的复杂程度,并按流水线排队方法重复执行指令来提高计算机运算速度的中央处理器(CPU)集成电路。它是相对于复杂指令计算机集成电路CISC (complex instruction set computer)而言,删除了像386、486微处理器中一些复杂指令,并且固定一些指令,充分改进频繁使用的基本指令的实际执行效率,把微程序控制器改为硬连线控制器、

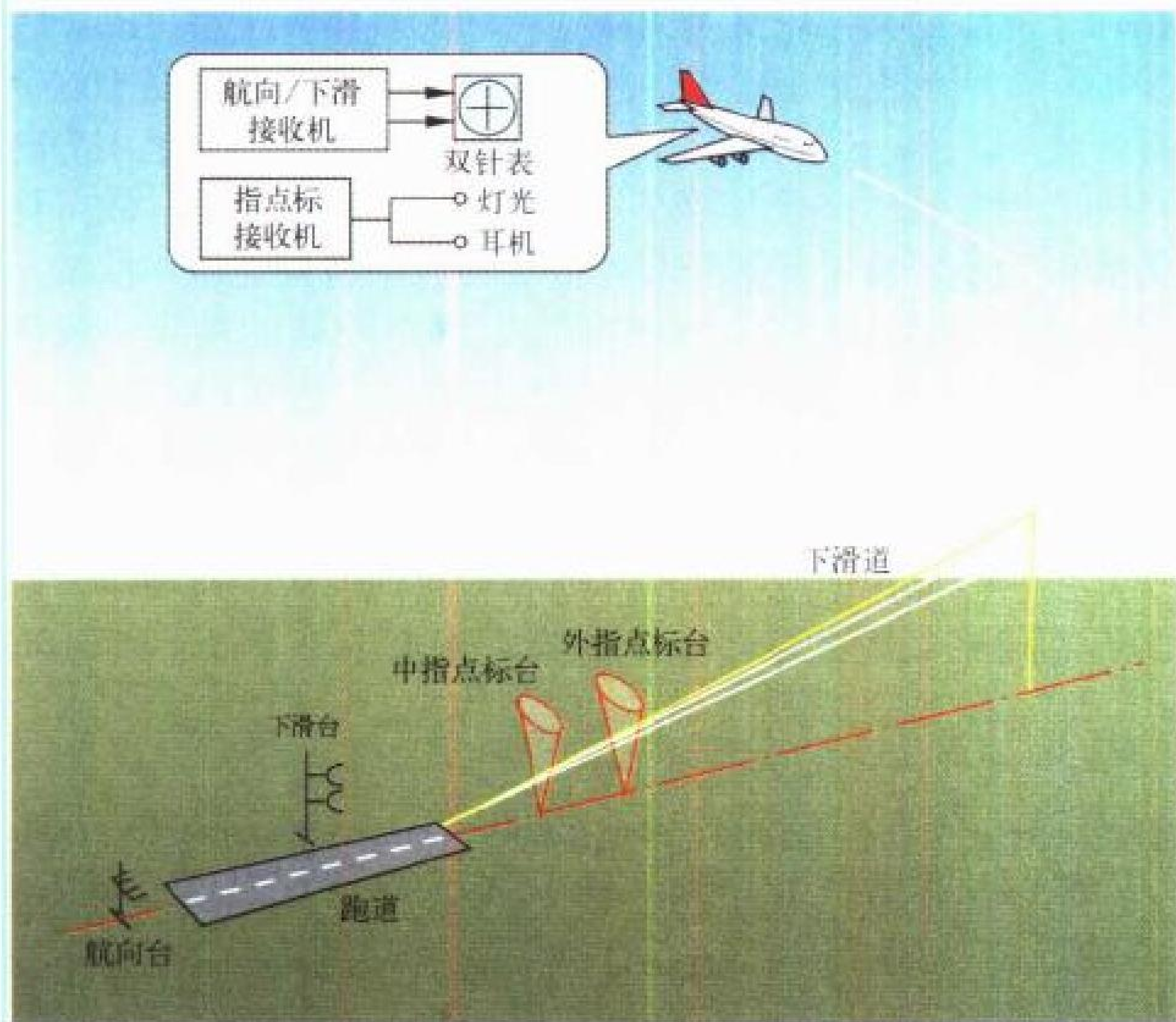
加强寄存器—寄存器操作指令、实现固定格式和固定字长的指令等设计，以简化计算机 CPU 结构，改善其性能。后来，它强调优化流水线设计，使大多数指令的执行可以在一个周期内完成。通过加大片内的高速缓冲存储器、减少访问存储器的时间。采用超标量和算术逻辑单元的并行处理技术同时处理多条指令，大大减少了程序运行时间。其结果是 RISC 的 CPU 执行速度比 CISC 提高了 3 ~ 5 倍。芯片的晶体管数只有 CISC 的 1/2 左右。RISC CPU 芯片广泛用于工作站和各种专用控制器。 （撰写：薛舫时 审订：林金庭）

jingmi dingwei fuwu

**精密定位服务** precise positioning service (PPS) 只供美国军方和已获得授权的用户使用的一种 GPS 服务。PPS 利用由卫星发射的调制在 L1 和 L2 两个载频上的 Y 码信号，以提供导航功能。由于使用了双载频，能够校正掉由电离层引起的传播时延，再加上 P 码比 C/A 码有较高的码速率，使 PPS 能提供比标准定位服务 (SPS) 更高精度的位置、速度和时间信息。PPS 的指标为：位置水平精度 22 m (2 drms)、垂向 27.7 m (2 $\sigma$)，相对于 UTC 的时间精度为 200 nm (2 $\sigma$)、速度精度 0.1 m/s。Y 码是由 P 码经加密而形成的，因此一般民用用户不能够使用 PPS。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

jingmi jinjin yu zhuolu

**精密进近与着陆** precision approach and landing 提供下滑斜率/下滑道的标准仪表进近与着陆过程。依靠进近与着陆引导设备，例如仪表着陆系统 (ILS) 或者微波着陆系统 (MLS) 向飞机提供横向垂向偏差值，及距接地点的距离，以引导飞机向跑道下滑就是一种精密进近与着陆的过程（见图）。另外，依靠地面着陆雷达引导，或者依靠差分 GNSS 引导飞机进近与着陆也是精密进近与着陆。



用仪表着陆系统实现精密进近与着陆

（撰写：孟绍禹 审订：邱致和）

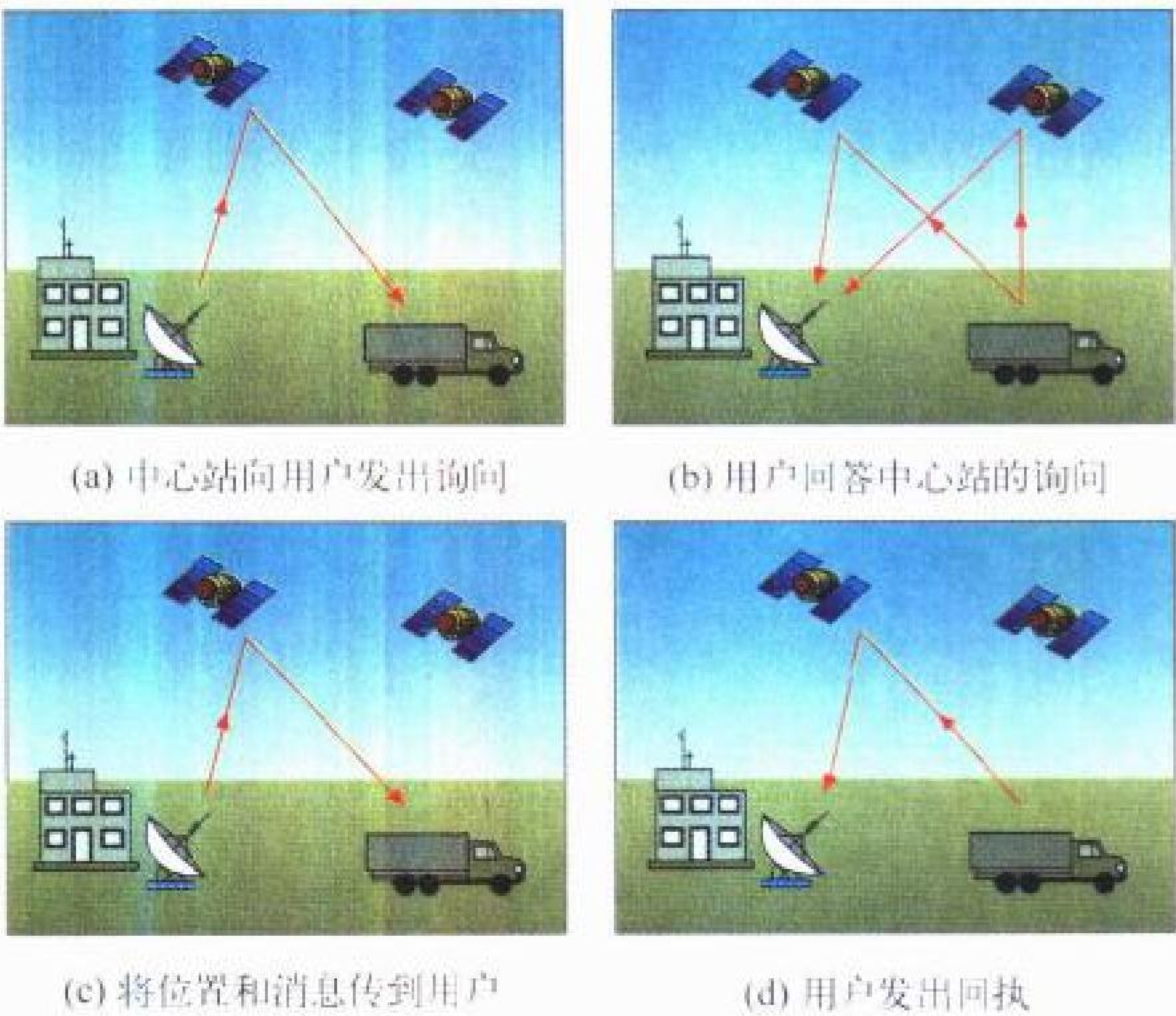
jingjie leida

**警戒雷达** early warning radar 在特定的监视空域内探测发现目标完成预警任务的雷达。它是指挥控制系统的前哨雷达，为指挥员提供最早的来袭目标的情报信息。警戒雷达的首要战术指标是警戒空域、警戒目标类型、最大和最小探测距离、数据更新率、处理目标容量、目标识别能力和抗摧毁能力。警戒雷达的分类：按其警戒区域可分为对空警戒雷达、对海警戒雷达、对外空警戒雷达（又称外空早期预警雷达）。按其最大警戒距离可分为超远程警戒雷达、远程警戒雷达、中程警戒雷达、近程警戒雷达。按其提供的空间坐标数可分为两坐标（距离、方位）警戒雷达和三坐标（距离、方位、高度）警戒雷达。警戒雷达一词是早期雷达技术尚未成熟、雷达功能单一、对目标的警戒、截获、跟踪、目标识别、制导等功能分别由不同的雷达完成时所采用的。近代多功能相控阵雷达的出现、警戒、跟踪、目标识别、制导等多种功能已在 1 部或 2 部雷达中完成，因此警戒雷达已很少单独存在。 （撰写：王福如 审订：华海根）

jingdixing dingweixing

**静地星/定位星** geostar/locstar 静地星是 20 世纪 80 年代中期由美国的公司建立和操控的双向测距卫星导航定位系统。定位星是欧洲一些公司建立的相应系统。建立这两个系统的目标分别是要覆盖北美洲的中纬度地区以及欧洲、中东和北非的中纬度地区，为民用低动态用户提供高精度的导航定位服务。

90 年代初期，由于 GPS 系统的建成，静地星/定位星停止建设。静地星/定位星系统由 1 个地面中心站和 2 颗地球静止卫星组成。用户向卫星发射的上行链频段为 1610 ~ 1612.5 MHz，卫星向用户发射的下行链频段为 2483.5 ~ 2500 MHz，中心站与卫星间的通信链路频段为 5150 ~ 5216 MHz。静地星/定位星的工作过程为：首先由中心站向



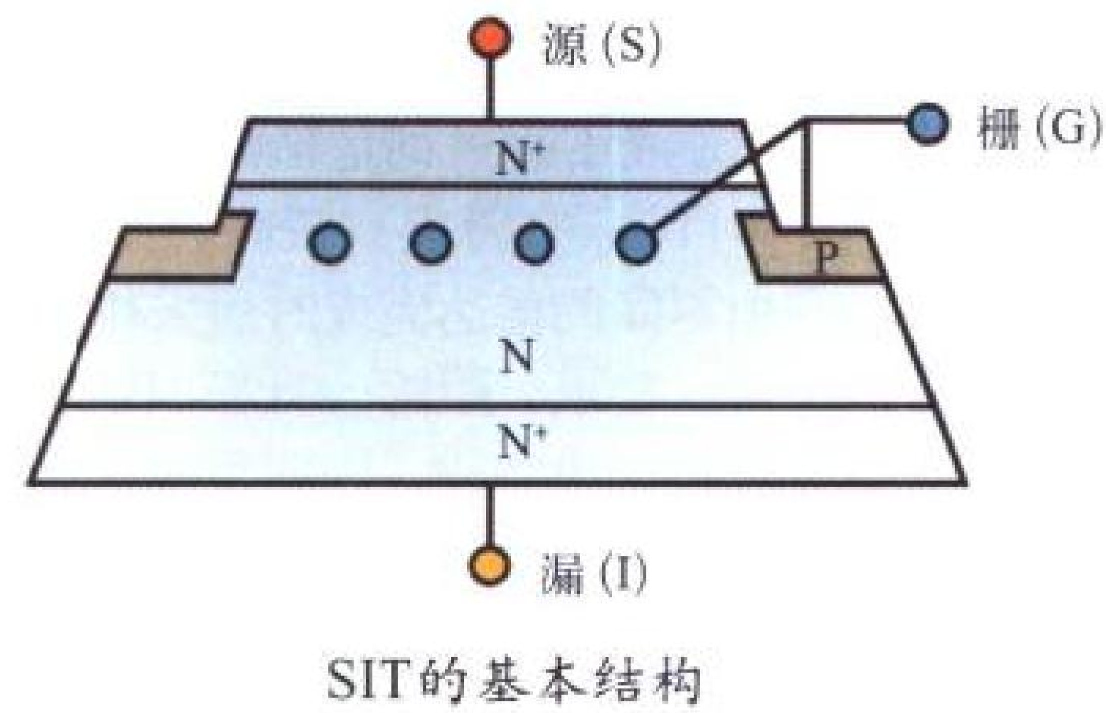
静地星定位过程示意图

用户发出询问信号，这个信号由卫星接收到，如图所示，其中 1 颗卫星向用户转发这一询问，用户收到询问信号后发出回答信号，这个回答信号通过 2 颗卫星分别转发回中心站。由于中心站与静止卫星间的位置和距离是固定的，因此中心站从发出询问信号到接收到回答信号之间的时间间隔只取决于用户与 2 颗卫星之间的距离，即用户的位置。但 2 个以卫星为中心的球面只能在平面上确定出用户位置，为了确定用户的三维位置，需要用其他手段确定用户的高度。中心站便以此计算出用户的位置，然后把计算出的用户位置通过 1 颗卫星转发至用户，最后，用户通过卫星向中心站发出回执，一轮用户定位便告完成。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

jingdian ganying jingtiguan

**静电感应晶体管** static induction transistor (SIT) 一种隐埋栅的场效应晶体管。其结构和输出特性曲线与真空三极管很相似(见图)，源端相当于阴极，漏端相当于阳极；源漏两

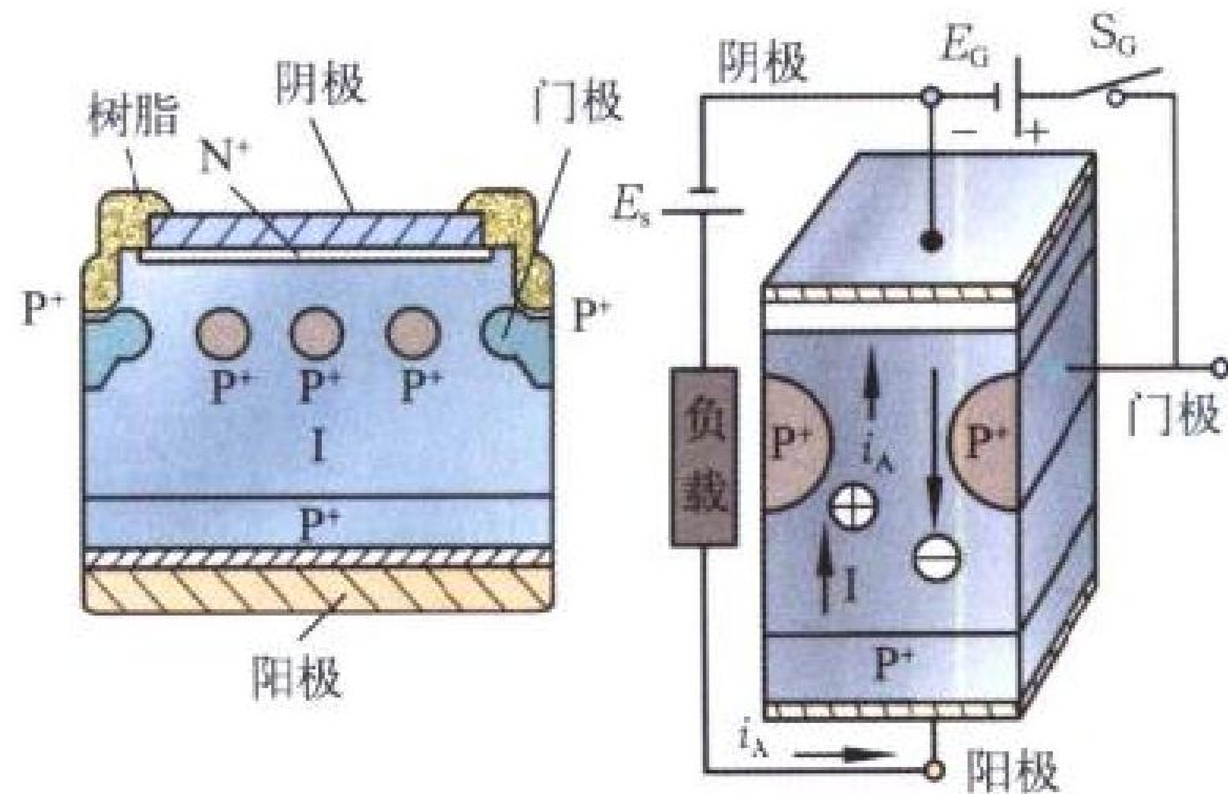



SIT的基本结构

端之间是N型半导体，其导电状态由加在栅极的静电场所控制。它的开关速度、频率特性比一般控制极可关断晶闸管和IGBT优越，主要用于频率较高的开关电源、中频广播发射机、高频电源、电子镇流器和军用电子装备等。目前SIT的工作频率可达50 MHz(中、小功率)，大功率SIT最大工作电流可达250A、最高阻断电压达2000 V。大功率SIT是由多胞小功率SIT组成，同时也可以与有关控制电路做成模块，更便于使用。 （撰写：林金庭 审订：金毓铨）

jingdian ganying jingzhaguan

**静电感应晶闸管** static induction thyratron (SITH) 又称场控晶闸管。它的基本结构如图所示。与SIT不同的是在阴极和阳极之间是由P-I-N三层半导体构成，它的导电机构是栅控PIN，即由栅控制从P、N两端注入的电子和空穴工作的，所以工作机理与SIT不同。它的特点是导通电压低，工作电压高，功率容量大。它有高的阻断增益和高的导通、关

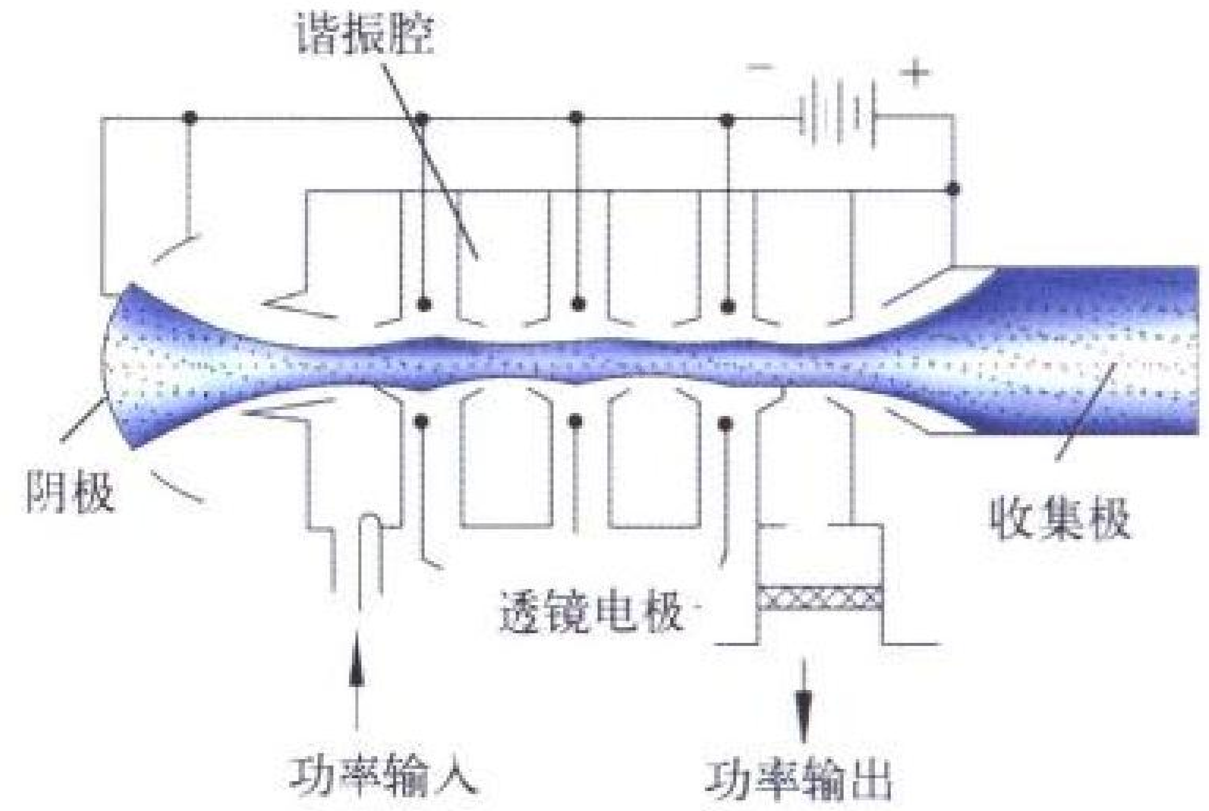



SITH基本结构示意图

断电流增益，但开关速度不如SIT。SITH有隐埋栅、表面栅和沟道栅等结构。在高压直流输电、大电流开关电源、感应加热以及高频调速等方面有很好的应用前景。由于它抗辐照性能优越，在军事和空间电子设备中有很好的应用潜力。目前的SITH达到的水平是：阻断电压为2500 V，传导电流为300 A；沟道栅型器件为4000V/400A，最高可达4000V/2500A。 （撰写：林金庭 审订：金毓铨）

jingdian jujiao sutiaoguan

**静电聚焦速调管** electrostatically focused klystron 采用静电场聚焦电子注的多腔速调管。它的工作原理与速调管放大器完全一样，只是它不用磁场来聚焦电子注，而是采用静电单透镜所产生的静电场来聚焦电子注，如图所示。一系列透镜电极与谐振腔交替安置在电子注路径上，透镜电极加有阴极电位(或与阴极接近的电位)，两边的谐振腔处于管体电位，透镜电极与两边谐振腔组成了具有会聚性单透镜。电子注进入透镜电场区而收敛，然后进入下一谐振腔。电子注被周期性聚焦。为此，静电聚焦速调管的主要优点：(1)省去了聚焦磁铁或线圈以及附加电源，使整管体积小、重量轻；(2)总效率高，虽然目前静电聚焦速调管的效率比磁聚焦速调管效率低，但由于省去磁场电源的耗能，而大大提高了管子的总效率；(3)负电位透镜电极吸收管内残余气体产生的正离




静电聚焦速调管结构示意图

子，避免了离子噪声和离子回轰阴极；(4)良好的相位稳定性；(5)使用方便。由于引进聚焦透镜、透镜区的耐压及管子的散热问题限制了电子注功率，因而限制了管子的输出功率和带宽。高波段应用困难。一般用于中等功率以下，带宽要求不宽的移动、机载和空间电子设备中。

（撰写：李泽普 审订：廖复疆）

jingdian tuoluo

**静电陀螺** electrostatically supported gyro 一种双自由度自由转子陀螺，其角动量是由高速旋转的刚体转子产生的。转子被一个球形支承悬浮着。静电陀螺的主要特点就在于这个球形支承。与一般的滚珠轴承和宝石轴承不同，它是用静电场的力使陀螺球转子悬浮在一个超真空的球腔中心，故可称为静电轴承。由于球转子与外部没有任何机械连接和接触，所以干扰力矩十分小，精度很高。静电陀螺的精度一般在0.001°/h，用它做成的惯导系统的精度高达0.1 km/h，而一般惯导的精度大约为1.85 km/h。静电陀螺对加工技术有特殊要求，故造价昂贵，且只能承受较低的环境加速度。这使其应用限制在精度要求高、航行较平稳的大型运动体，如潜艇和战略轰炸机等。 （撰写：谢洪华 审订：邱致和）

jingtai suiji cunqu cunchuqi

**静态随机存取存储器** static random access memory (SRAM) 一种基于触发器逻辑电路的随机存取存储器。在不间断电源的驱动下，SRAM的信息内容可长久保存在其中。双稳态触发器的两种稳定状态可以用来表示一位二进制数。SRAM的静态存储器单元是在静态触发器的基础上加相关控制电路构成，而触发器由一对交叉耦合的反相器组成，它可以采用晶体管—晶体管逻辑电路(TTL)、射极耦合逻辑电路(ECL)、NMOS、CMOS等不同制造工艺，也可以采用Si和GaAs两种不同的材料。

目前在SRAM领域，Si技术是主流，但GaAs技术在超高速和低功耗方面是极佳的选择。SRAM具有不需刷新、速度较快、可异步工作等优点，广泛用于运行速度高、存储容

量不很大的场合，如高速缓冲存储器等。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

jingzhi tuxiang bianma biaozhun

**静止图像编码标准**　motionless picture encoding standard　国际标准化组织(ISO)的联合图像专家组(JPEG)制定的“连续色调交度静止图像数字压缩和编码”国际标准，其编号为ISO / IEC DIS−10918。这个标准不仅适用于静止图像压缩编码，还可用于序列图像的帧内压缩编码。JPEG压缩编码算法是以离散余弦变换(DCT)为基础，并采用了量化、行程编码和熵编码技术。针对不同的应用，JPEG算法有4种操作方式：(1)顺序编码，这是最常用的基线系统；(2)渐进编码；(3)无失真编码；(4)分层编码。JPEG是最早发布的图像编码国际标准，应用范围十分广泛，例如静止图像编码、活动图像编码、彩色图片的存储、传真和印刷，以及数字照相机等领域都有应用。　（撰写：戴井岗　审订：程　蝉）

jingxiang cipan

**镜像磁盘**　shadow disk　一种备份磁盘。镜像磁盘的存储位像图总是与主磁盘保持一致，这是一种硬件冗余的容错技术。采用镜像磁盘工作方式时，每次向主磁盘写入数据时，都要将同样数据写入到备份的镜像磁盘上，使两个磁盘有着完全相同的位像图。或者说，可把备份磁盘看作主磁盘的一面“镜子”。当主磁盘出错或发生故障时，将访问要求切换到备份盘，读写操作仍可正常进行。通常，当主磁盘或备份磁盘出错后应立即报警、修复，尽快恢复镜像备份关系。采用镜像磁盘可以防止重要数据的出错或丢失，从而提高系统的可靠性，常应用于可靠性要求较高的计算机系统中。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

jiucuo bianma

**纠错编码**　error-correcting coding　在信道编码中既可检错又可纠错的编码技术。纠错编码主要有两类：分组码和卷积码，它们的纠错能力与码的距离有关。误码率一定时，未编码系统比编码系统需要有更高的信噪比。这个信噪比差值称为编码增益。对同一种分组码，码率相同，码长越长则编码增益越高。对于码率相同的卷积码，编码增益随约束长度而增加。纠错编码的性能也与译码方法有关。在某些限定条件下，最大似然译码(MLD)是一种最佳译码方法。

（撰写：李仲令　审订：李振邦）

juyuwang

**局域网**　local area network (LAN)　把某个局部的地区(一个建筑群、一个企业等)内的多个计算机连接在一起，为实现互相通信和资源共享而组成的一个网络。局域网具有以下特点：(1)覆盖的地理范围较小。通常为数百米到数千米，至多不超过25千米。(2)通信速率高，目前已达1000 Mb/s，可交换数字或非数字信息，诸如语音、视频、图像等。(3)误码率低，通常在$10^{-8}$～$10^{-11}$以下。(4)建网成本低，周期短，局域网内各节点互联及扩充方便。(5)拓扑结构灵活多变，便于扩展和管理。局域网的技术特征见表。局域网通常只包含物理层和数据链路层，由于采用广播传输方式，不存在网络路由的问题，所以其通信子网不包括网络层。在局域网中，各计算机内含网络接口单元，站点通过它连接物理介质，并参与网上的管理工作(如介质访问控制等)，而物理媒体相对很简单，几乎就是一条传输线路，通常采用双绞线电缆、基带同轴电缆、宽带同轴电缆、光纤，甚至无线电通信。局域网应用范围广泛，几乎适用于各种行业和单位。

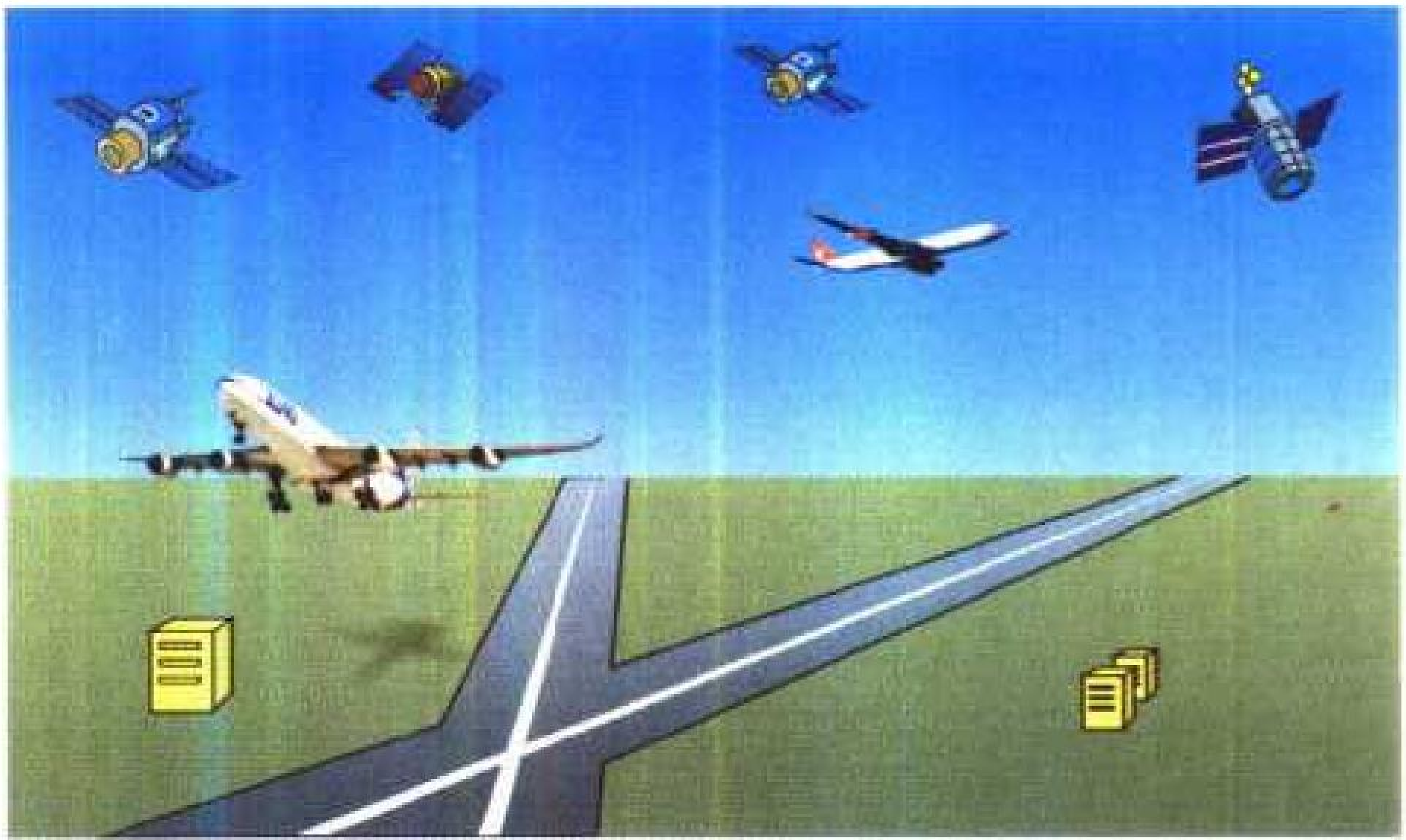
局域网的技术特征

| | | |
|---|---|---|
| 拓扑结构 | | 总线型、环形、星形、树形 |
| 传输媒体 | | 双绞线电缆、光纤、无线通信 |
| | 同轴电缆 | 基带同轴电缆：50 Ω粗缆、50 Ω细缆 |
| | | 宽带同轴电缆：75 Ω CATV同轴电缆 |
| 媒体访问控制 | | CSMA/CD、TokenRing、TokenBus、FDDI |
| 局域网标准化组织 | | ISO、IEEE802、NBS、EIA、ECMA |

（撰写：吴荣泉　黎俊文　审订：瞿兆荣）

juyu zengqiang xitong

**局域增强系统**　local area augmentation system (LAAS)　美国联邦航空局(FAA)发展的旨在将机场及其附近地区(50 km)范围内GPS的标准定位服务(SPS)的精度和完好性进行增强的陆基增强系统(GBAS)。LAAS可在覆盖区域内支持Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类精密进近，并可用作机场场面导航和自动相关监视(ADS)的传感器。LAAS的结构将允许包含其他全球导航卫星系统(GNSS)单元(如GLONASS)。LAAS将在与广域增强系统(WAAS)兼容的情况下独立运行，这使LAAS在其覆盖范围内为WAAS提供独立的备份。LAAS如图所示。LAAS在机场或其附近设有地面基准站。该地面基准站监视所有可见的GPS卫星，检测是否有信号异常并计算差分校正值，然后利用VHF数据链发播差分校正值和完好性告警信息。1部LAAS地面台可为1个或几个邻近的机场的所有跑道提供精密进近和着陆服务，因而装备费用低廉。



LAAS示意图

（撰写：丁　群　审订：邱致和）

jucizhi shensuo cailiao

**巨磁致伸缩材料**　giant magnetostriction materials　在磁场中被磁化时沿磁化方向产生伸长或缩短的材料。伸缩量的大小常用饱和磁致伸缩系数$\lambda_S$来表示

$$\lambda_S = \Delta L / L$$

式中$L$为材料长度；$\Delta L$为磁化方向上材料长度的变化。磁致伸缩材料应具有高的$\lambda_S$、低的工作磁场、高灵敏度和机电耦合系数大及稳定性好等性能。Tb、Dy等稀土金属单晶材料在低温下产生巨大的磁致伸缩效应。三元系$Tb_{0.24\sim0.30}Dy_{0.7\sim0.3}Fe_{1.9\sim2.0}$合金材料，$\lambda_S$值高达$2000\times10^{-6}$，故称其为巨磁致伸缩材料，特点是$\lambda_S$大，能量密度高，居里温度$T_C$

为550℃，机电耦合系数大，实用性强。但电阻率小，会产生涡流损耗，高频性能较差，一般工作在0～5 kHz频率范围。巨磁致伸缩材料目前主要用于超声、声呐、精密快速制动和控制元件、传感器、触点开关、滤波元件等方面。预计在未来的超精密微型机械领域有广阔的应用前景。

（撰写：余声明　审订：沈能珏）

juxing jisuanji

**巨型计算机**　super computer　计算机型谱中速度最快、性能最高、技术最复杂的一类顶层级计算机，又称巨型机，也称超级计算机。巨型计算机通常由主机系统、输入输出处理机系统和前端机系统组成。其中主机系统由高性能处理机和高速大容量主存构成，是巨型机的核心；输入输出处理机系统独立于主机系统，负责管理所有外围设备和接口通道，实现并行高速的数据输入输出；前端机通常为小型机，它是本地用户使用巨型机的总管，非本地用户可借助计算机网络经前端机或输入输出处理机使用巨型机；巨型机的主要软件通常有：并行分布式操作系统、并行分布式数据库、并行编译器、各种科学计算的算法库、图形库、高速网络软件和科学计算可视化软件等。巨型机有很多分类方法，如按所处理数据是否是向量可分为向量巨型机和标量巨型机；按所用的处理单元是否相同，可分为同构巨型机和异构巨型机；按体系结构可分为SIMD阵列机、向量机、MIMD并行多处理机和大规模并行处理机MPP。巨型机主要用于解决大型机难以解决的一类带挑战性的应用问题。

（撰写：张学孝　审订：张全荣）

J

jujue fuwu

**拒绝服务**　denial of service　信息系统因遭受主动攻击或其他影响不能或不能及时为合法用户提供正常服务的现象。拒绝服务是一种关于计算机系统或网络可用性的安全问题，主要表现为系统或网络性能降低或拖延操作时限，或者系统崩溃无法向合法用户提供必要的服务，需要人工重新启动，甚至整个系统因数据永久丢失而暂时无法使用等，危害性极大。被降低可用性的系统资源可包括处理器本身或CPU处理时间、磁盘空间、网络设备(交换机、路由器、防火墙、调制解调器)、打印机、系统管理员的时间等。造成拒绝服务的原因是多方面的，除了系统故障或误操作外，一个重要原因是遭受恶意攻击。常见的拒绝服务攻击手段有：使系统中生成过多的进程(进程过载)；用病毒或蠕虫的大量繁殖或传播抢占大量CPU时间或存储空间，使正常程序无法工作或效率极低(系统过载)；向磁盘填充大量文件或大量消耗磁盘上空闲的文件节点表，使其他用户不能生成新文件(存储过载)；发送大量的服务请求或大量的数据包，使网络阻塞(网络服务过载)；以伪地址发送大量IP欺骗连接请求而不完成其后的连接，使接收方维持许多半连接而占用大量资源；系统被侵入和控制；导致主机、路由器、网络设备死机的程序或事件(如造成主机死锁的程序)；系统关键数据和程序被破坏；通信链路被拥塞或被破坏等。克服拒绝服务的技术包括结构设计上充分考虑容错性、软件／硬件可靠性、信息过滤、抗病毒、安全监控与管理、审计与告警、备份与恢复等。

（撰写：蒋继洪　审订：穆良知）

juli lingzhi celiang xitong

**距离零值测量系统**　range zero measurement system　在距离测量系统中对设备自身引入的附加距离值进行标定的技术设施。高精度外弹道测量系统中，一般都采用协同工作测距的方法，即在被测目标上安装应答机。地面站发射机发射测距信号，经应答机转发给地面接收机，构成一个完整的距离测量通道，最后由终端机对收／发测距信号的相位进行比较得到目标相对地面站的实时距离。测距过程中，测距信号在通过发射机、接收机、终端机等设备时，其相位也要相应增加，这部分附加的相移也叠加在到达终端机信号的最终相位上，其对应的距离值就称为距离零值。距离校零一般采用反测法，即利用已知空间距离值来求得设备零值。其方法是，在地面测量站的“远场”位置上，建一个校零用的高塔，高塔上放置应答机，地面站发射测距信号经应答机转发回到地面站，处理后即得到所测距离值。通过大地测量可精确标定塔到地面站之间的空间距离值，由所测距离值减去空间距离值即可得到系统的距离零值。目前我国的高精度外弹道测量系统的距离校零均采用这种方法。

（撰写：陈继明　审订：于景瑞）

juli qipian ganrao

**距离欺骗干扰**　range deception jamming　使被干扰辐射源(雷达)的测距和距离跟踪系统产生错误跟踪或增大跟踪误差的一种电子干扰。距离欺骗干扰最主要的方法是对普通脉冲制雷达的距离波门进行拖引(RGPO)。如图所示，这种方法

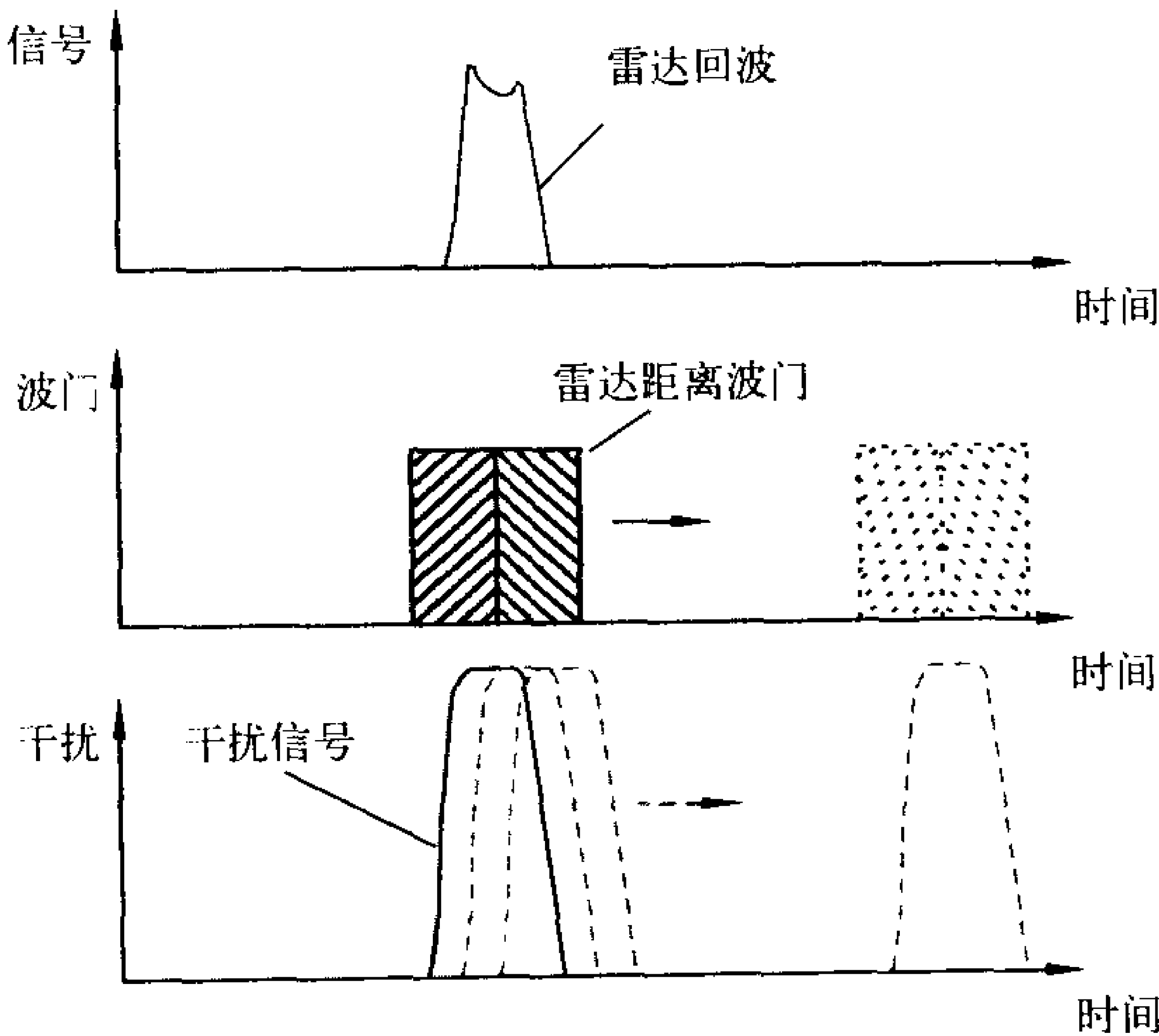


图1　距离波门拖引示意图

采用转发一个假目标回波，使雷达的距离波门跟踪到假目标上，然后逐渐增加转发时延，从而在距离上将雷达距离波门从真目标上拖开。单独的距离波门拖引不能起到很好的干扰作用，通常作为组合干扰中的一种干扰样式，将雷达的距离跟踪波门从真目标上拖开，从而为角度干扰等其他样式提供一个较高的干信比。

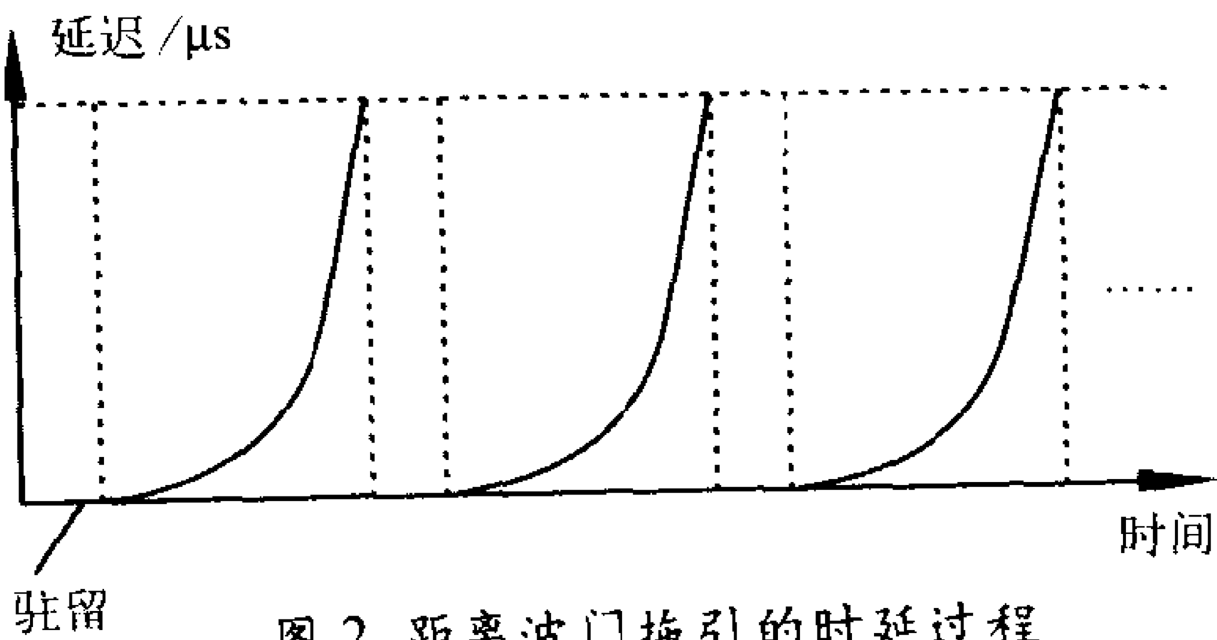
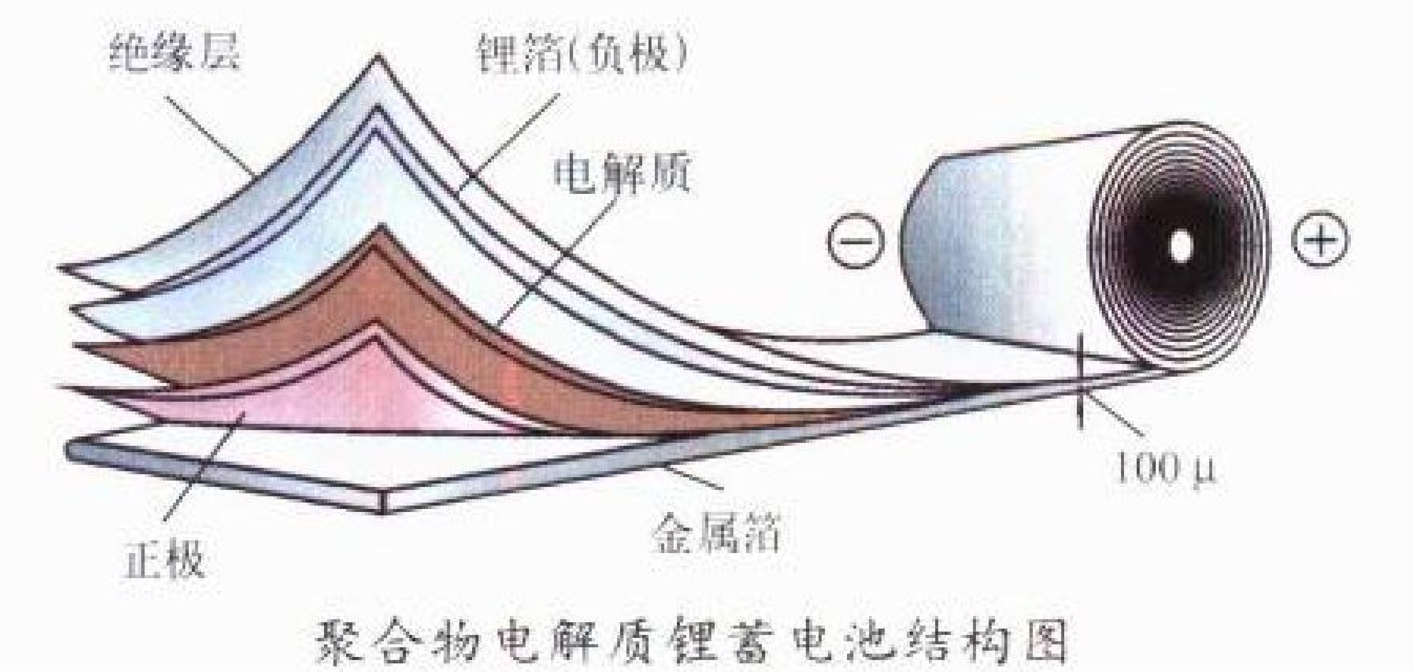


图2　距离波门拖引的时延过程

（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

juhewu dianjiezhi lixudianchi

**聚合物电解质锂蓄电池** lithium polymer eletrolyte storage battery 由金属锂作负极、聚合物电解质和氧化物或硫化物作正极构成的可充电电池。如图所示为一种典型聚合物锂蓄



聚合物电解质锂蓄电池结构图

电池结构设计图，这种结构可以使电极很薄、面积很大，保证电池有高的能量和较高的功率输出。目前采用聚合物电解质与金属锂负极相匹配，既可保持锂电池高比能量的特点，又可避免锂在液体电解质中的安全问题，同时还可能延长循环寿命。由此，各国都把聚合物锂蓄电池作为锂离子电池之后的一个新目标加紧研究，试图将蓄电池的比能量从目前的 120～150 W · h/kg 提高到 200 W · h/kg 以上。这种电池可用作笔记本电脑、照相机及军事通信等电源。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

juhewu lilizi xudianchi

**聚合物锂离子蓄电池** lithium ion polymer battery 又称塑料锂离子电池。其正负极材料、电解质组分与普通锂离子电池（又称液态锂离子电池）完全相同，但采用一种合成的微孔聚合物将正、负极热合成一体，这种聚合物材料也分别均匀分布在正、负极材料中，形成如图 1 所示的网络结构和电极

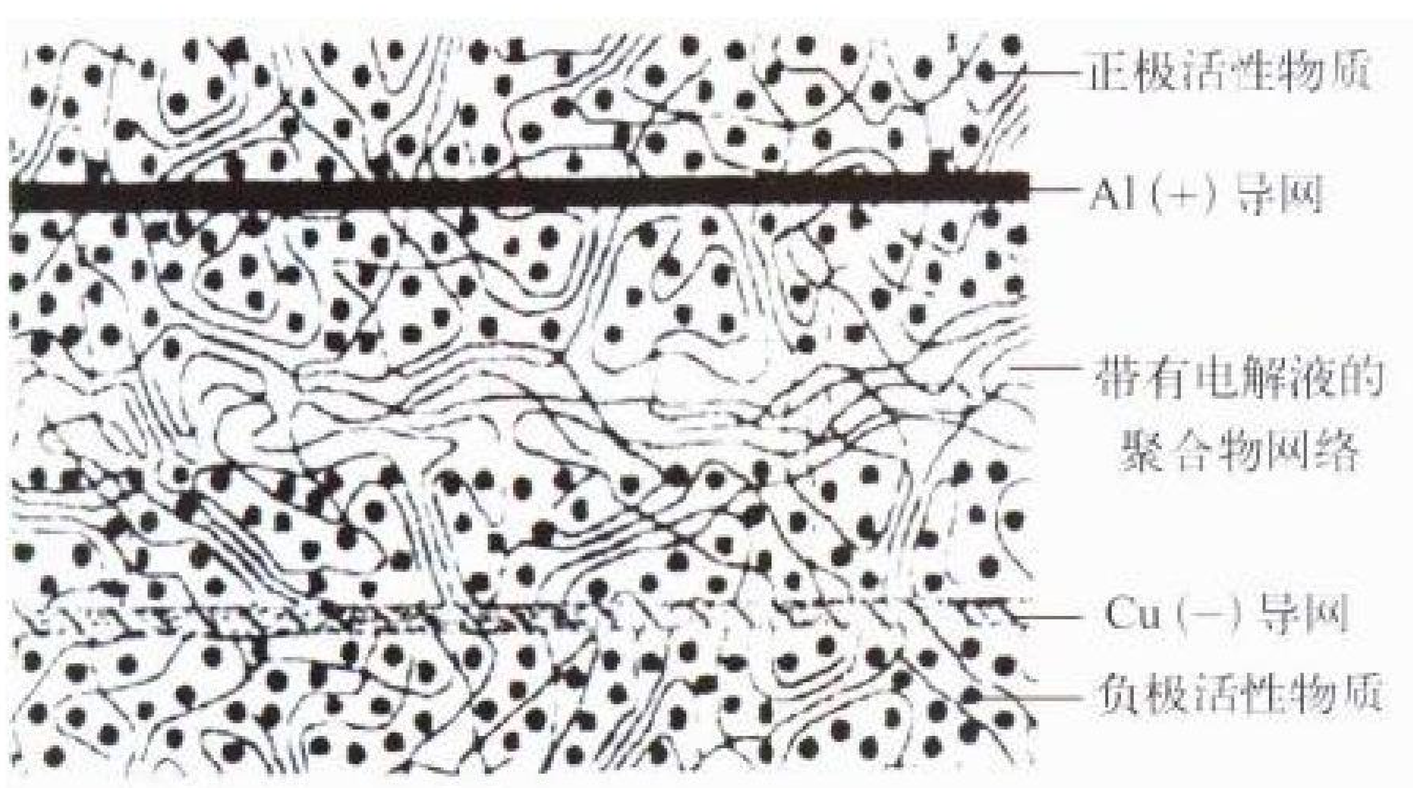


图 1 聚合物锂离子电池材料结构示意图

结构。电解液可以充分均匀地吸收于聚合物的网络中，不仅使电极反应和离子迁移更易于进行，而且使整个电池无游离电液，因此可以采取类似食品包装袋的包装方式，如图 2 所示。这种电池除低温放电能力变差外，其他性能基本与液态

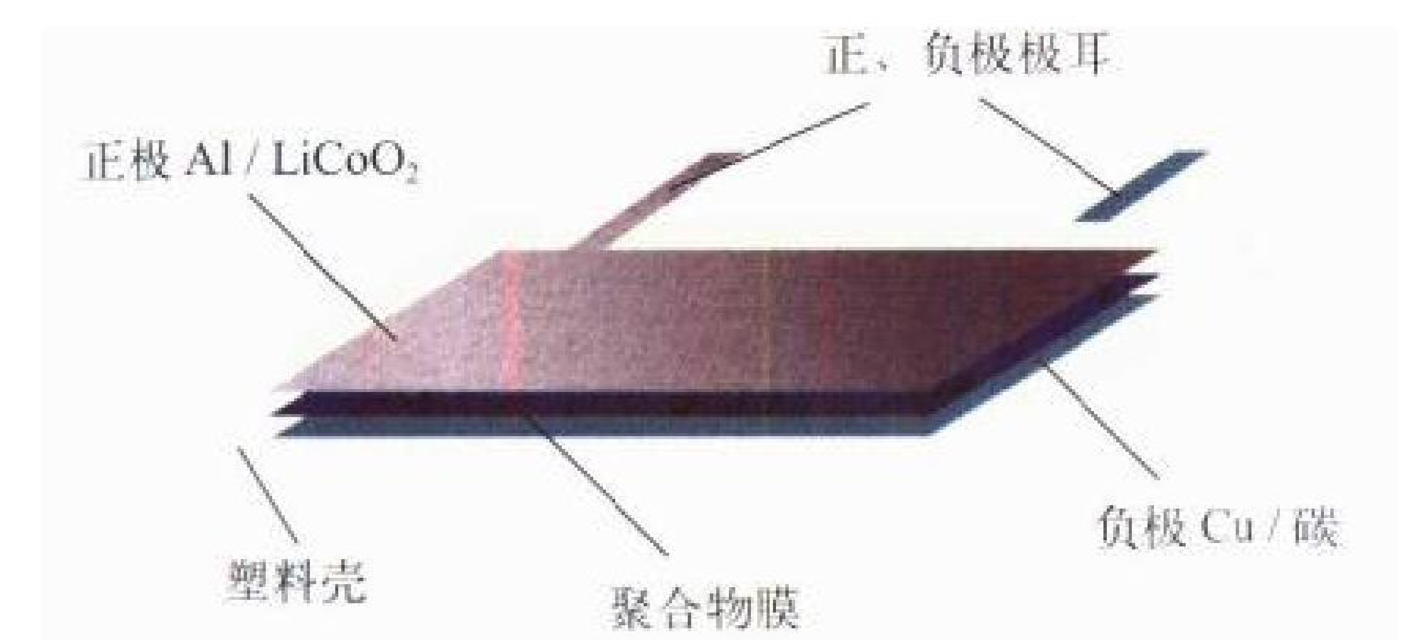


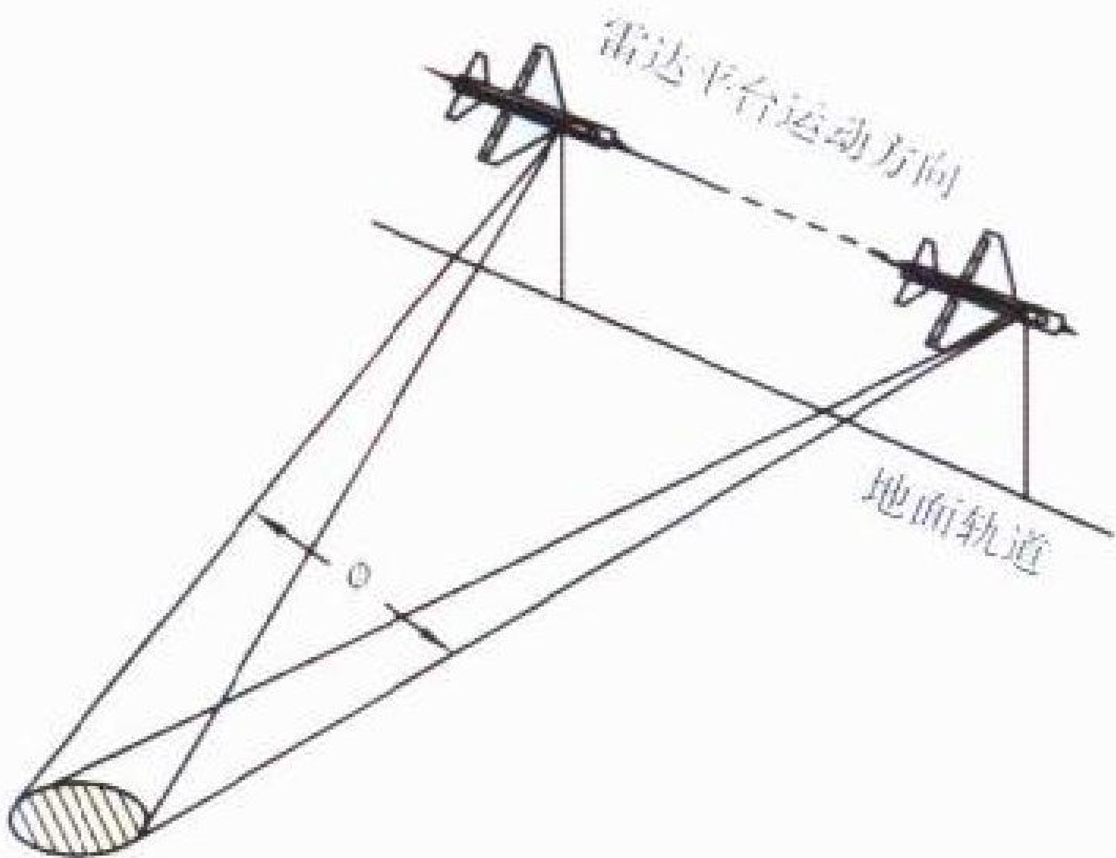
图 2 聚合物锂离子电池的包装材料示意图

锂离子电池相近，但其厚度可以做得很薄（如 2 mm 以下），并保持高的比能量（如 130 W · h/kg），可满足笔记本计算机、手机及其他电子产品（包括军用产品）日益薄形化的要求。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

jushushi hecheng kongjing leida

**聚束式合成孔径雷达** spotlight synthetic aperture radar 合成孔径雷达的一种。聚束式 SAR 和条带式（侧视）SAR，是 SAR 测绘模式中最常用的两种。在这种模式中，雷达平台直线运动，天线在方位上跟踪感兴趣的特定目标区域，方位上经过角度 $\phi$，聚束式 SAR 在采集数据期间，雷达要控制天线波束连续照射成像区域（如图所示）。聚束式 SAR 图像质



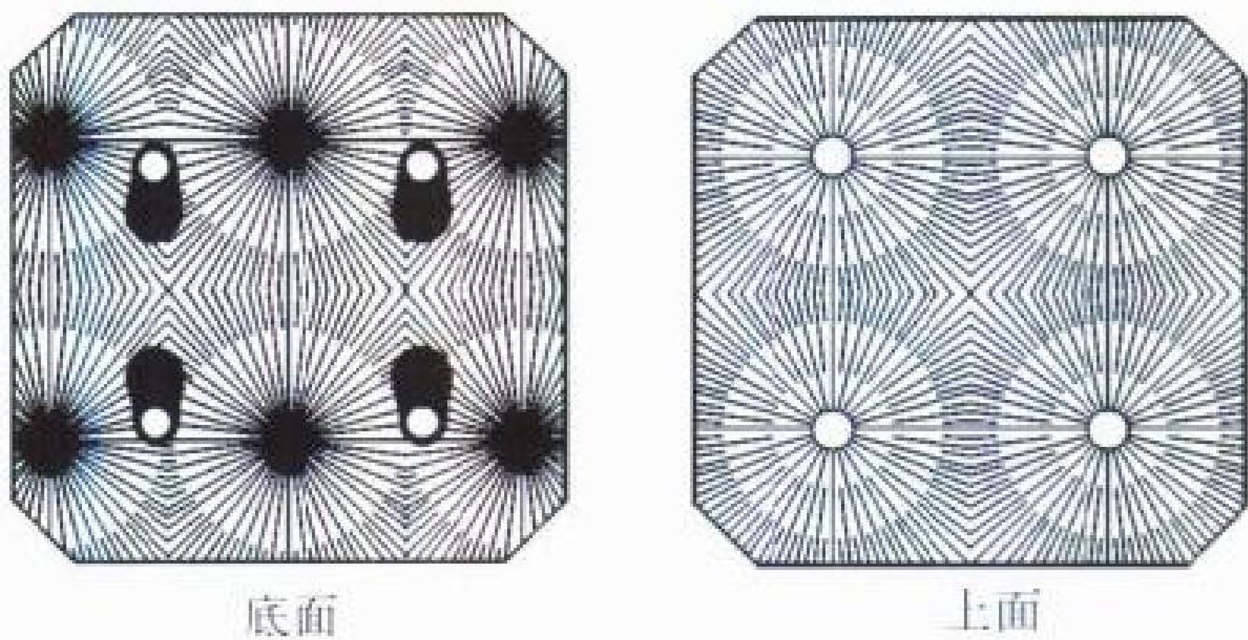
聚束式合成孔径雷达工作原理示意图

量可以通过三种途径改善：(1) 由于天线波束连续照射成像区域，所以合成孔径长度不受天线波束宽度的限制；(2) 增大真实天线尺寸而不降低横向分辨尺寸，因此可利用大天线，天线增益和信噪比相应改善；(3) 聚束照射可以充分照射地面散射体的各个点，而不留空白，因为它从不同角度照射，从而改善图像质量，提高成像分辨率。

（撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

juanbaoshi taiyang dianchi

**卷包式太阳电池** wrap-around type solar cell 上电极沿电池侧壁边缘（小面积电池）或沿中间通孔侧壁边缘（大面积电池）卷包到电池背面，使上电极和下电极都做在背面的太阳电池。习惯上把制作在电池受光面的电极称为上电极，把制作在电池背面的电极称为下电极或背电极。在某些实际工程应用中，上、下电极均在背面更加有利于工程施工，因此卷



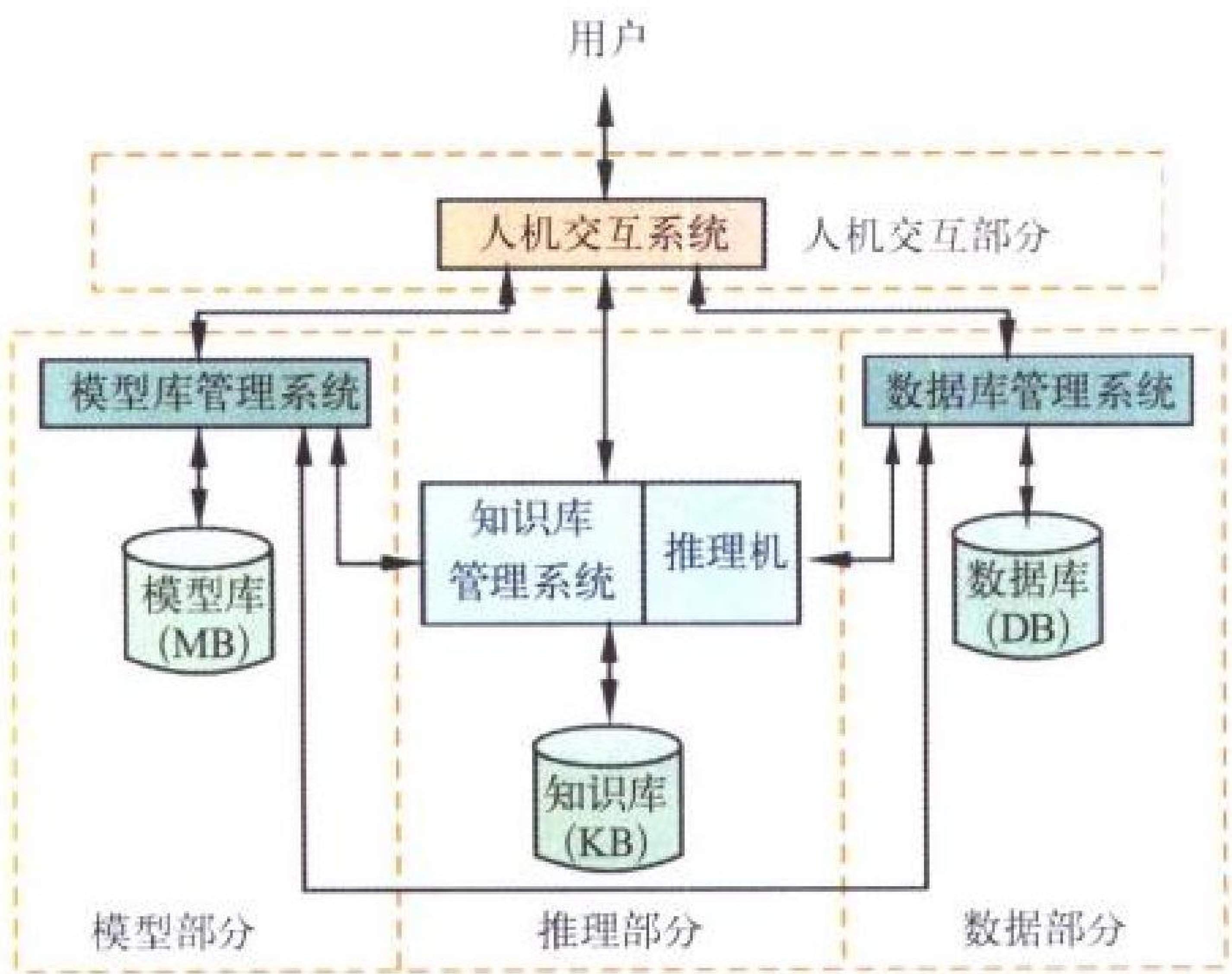
卷包式太阳电池外观图

包式太阳电池应运而生。卷包式太阳电池面积可以做得较大，如 8 cm × 8 cm，甚至更大，故目前多将卷包式太阳电池应用于大型航天器（如空间站）电源系统。我国在这方面的研究和应用已取得了显著成果。图为我国自行研制的一种大

面积孔式卷包太阳电池。 （撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩）

juece zhichi xitong

**决策支持系统** decision support system (DSS) 通过数据、模型和知识，以人机交互方式进行半结构化或非结构化决策的计算机应用系统。它是辅助决策者进行科学决策的工具，帮助决策者提高决策水平和质量。一般DSS基本结构如图所示。它由四部分组成：⑴数据部分，它是一个数据库系统；⑵模型部分，包括模型库及其管理系统；⑶推理部分，是由知识库、知识库管理系统和推理机组成；⑷人机交互部分，是决策支持系统的人机交互界面，用以接收和检验决策者请求，调用系统内部功能软件为决策服务，使模型运行、数据调用和知识推理达到有机的统一，有效地解决决策问题。DSS是20世纪70年代提出的概念。近年来已广泛用于企业的预测和分析、计划和销售、研究与开发；社会科学、宏观经济调控、市场和投资效益分析；以及军事、工程和区域规划等领域。 （撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝）

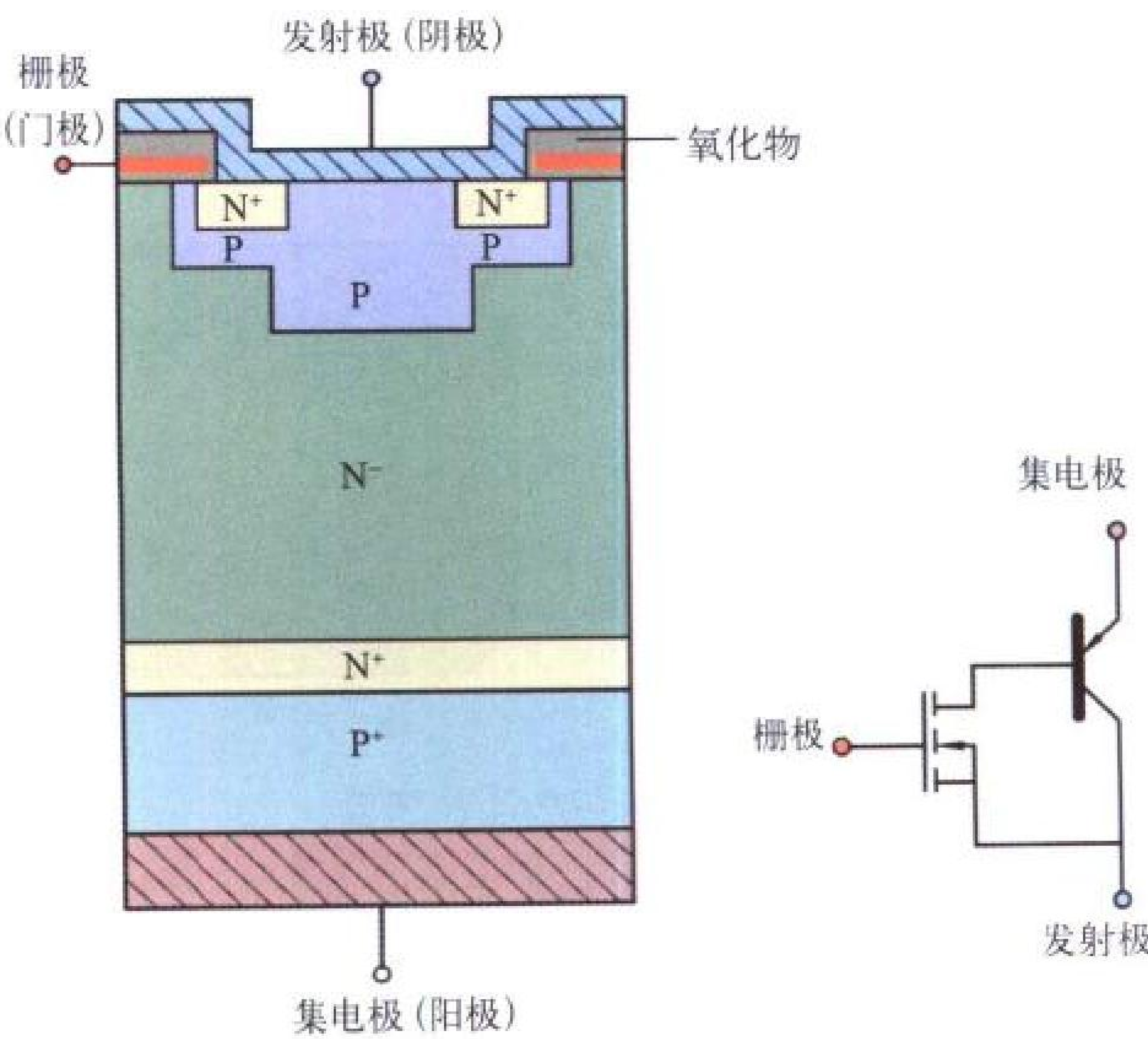



DSS基本结构

jueyuanshan shuangji jingtiguan

**绝缘栅双极晶体管** isolated gate bipolar transistor (IGBT) 用绝缘栅场效应晶体管(MOSFET)作为输入控制级，大电流功率晶体管作为输出级构成的绝缘栅电压控制型的电力电子器件。其结构和工作原理如图所示。实际上的IGBT的输入级是N沟MOSFET，输出级则为MOS驱动的NPN达林顿晶体管。IGBT是目前应用最广泛的电力电子器件，其产品已经系列化，从400 V/5 A至1400 V/1000 A都有产品，其结构和性能也在不断发展，由IGBT和控制电路制成的模块也发展很快。在伺服马达、低噪声变频电源、不间断电源、汽车、开关电源以及各种低噪声逆变器、DC−DC变换、节能照明、有源滤波等电路中用途广泛。

（撰写：林金庭 审订：金毓铨）




IGBT结构和工作原理图

jueyuantishang guijishu

**绝缘体上硅技术** silicon on insulator (SOI) technology 在蓝宝石或硅衬底的绝缘物上生长半导体材料的技术。SOI把半导体材料特性和绝缘体的特性紧密结合在一起，在硅上制造的器件或集成电路可以使之与外壳隔离，因此有一些特殊的优点和用途。用这种材料制作的电子器件，消除了闩锁效应、抗辐照能力强，可在三维空间进行集成。SOI技术与体硅工艺技术兼容，器件按比例缩小的性能好，在深亚微米VLSI中的应用极具吸引力。另外，在集成光学和集成光路中，SOI材料导波性能良好，可利用SOI集成电路和器件的优点为SOI导波光学服务。目前适用于微电子的SOI技术中注氧隔离SIMOX (separation by implanted oxygen)最具代表性，它是用高能氧离子$O^+$ (150 ~ 300 keV)注入硅衬底中，经高温退火形成隐埋$SiO_2$层的SOI结构，然后在表面硅单晶层上制造集成电路，如抗辐照的集成电路$E^2$ PROM等。

（撰写：陈克金 审订：林金庭）

junshi daohang

**军事导航** military navigation 为军事目的提供的导航服务。军事导航为各种武器平台和军事系统，包括飞机、舰船、导弹、炸弹、卫星、战车、步兵、精确武器打击系统、自动化指挥系统，以及武器试验场和军事测绘部门，提供执行任务所需要的位置、速度与时间(PVT)信息，是武装部队进行训练、展开、机动、进攻、防卫以及后勤支持所必不可少的信息源。海、陆、空三军和导弹部队从指挥部门到作战单位需要大量使用导航信息，导航从战争的准备到战争进程的各个阶段，一直到战争的结束，都发挥着重要的作用。军事导航必须考虑在有敌意的环境中进行。因此它应具有以下特点：⑴全球覆盖；⑵用户无源工作；⑶能够禁止敌方使用；⑷用户数量可以无限多；⑸抗欺骗、干扰、侵入和阻塞的能力；⑹抗自然扰动和敌方攻击的能力；⑺高效的实时响应能力；⑻与盟国进行联合军事行动的能力；⑼工作于适当的无线电频段；⑽所有用户使用统一的坐标系；⑾精度不因时间或高度的不同而下降；⑿对高动态用户保持精确度；⒀可支持不同的工作级别；⒁定位信息连续；⒂不依赖于外部产生的信号；⒃提供确保系统完好性的方法；⒄导航连续可靠。现有的所有单一导航系统或组合导航系统都无法满足所有军用导航需求，即没有哪一种系统能够同时以无源、自主式，并以全球统一精度为所有用户提供统一的坐标系，因而导航技术正向这个目标发展。（撰写：丁群 审订：邱致和）

junshi tongxin

**军事通信** military communication 针对军事上特殊需要的一系列通信技术和通信设备。军事通信与民用通信不同，它

具有抗干扰、抗毁、机动、灵活及保密等特点。这里指的抗干扰不仅是抗拒一般的自然电磁干扰或无意人为干扰，更重要的是还包括敌方有意施放的强力电磁干扰。抗毁不仅是抗拒一般偶尔发生的自然灾害，如地震与洪水、更要抗拒发生的强火力破坏。同样，机动灵活不只是保证用户的灵活机动，还要保证基站、节点，甚至整个网络结构的灵活机动。随着现代作战武器和作战模式的发展，军事通信的这些特点更加突出，更加明显，逐步形成一个专门的技术领域和学科。这些技术和设备的发展一方面支持了民用通信的发展，另一方面，又从民用通信得到了许多支持。

（撰写：智少游　审订：李振邦）

junshi zhihui xinxi xitong

**军事指挥信息系统**　military command information system　以计算机系统为基础，收集与处理军事指挥、控制所需的信息，并能为各级指挥员提供战场军事情报的应用系统。系统以计算机为中心，通过通信网络与各种终端设备相连接、运行专用信息管理软件，实现军事情报信息的收集、传递、处理和显示的功能。军事指挥信息系统一般由四个分系统组成：(1) 信息收集分系统。由侦察探测用的各种设备组成。功能是及时收集有关地区、集团和战区的兵力部署、作战行动、战场地形和气象等信息。(2) 信息传递分系统。由各种信道终端设备、交换设备和通信终端设备组成不同功能的通信网。其功能是迅速、准确、保密和不间断地传输各种信息，并能自动进行信息交换、加密、解密和选路。(3) 信息处理分系统。由计算机及其输入、输出设备组成，用来进行文字、图形、图像和数据处理。指挥信息通常有四种：即文电、情报、图形图像和作战指挥使用的数据。(4) 信息显示分系统。由显示文字、数据和图形图像等信息的设备组成。指挥员可以直接从显示设备上直观地看到有关信息。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

junyong leida

**军用雷达**　military radar　专门为特定的军事用途而设计制造的无线电探测和定位装置。军用雷达种类繁多，按其发射接收天线所在位置可分为单基地雷达（见图 1）、双基地雷达和多基地雷达（见图 2）；按其发射波形可分为连续波雷达、调频连续波雷达和脉冲波雷达；按其装载的平台可分为地基雷达、机载雷达、舰载雷达和星载雷达；按其使用的波长可分为短波雷达、米波雷达、分米波雷达、微波雷达和毫米波雷达；按其探测的目标类型和目的可分为预警雷达、截获雷达、跟踪雷达、制导雷达、寻的雷达、成像雷达和地形回避雷达等；按其最大有效距离可分为视距雷达和超视距雷达。

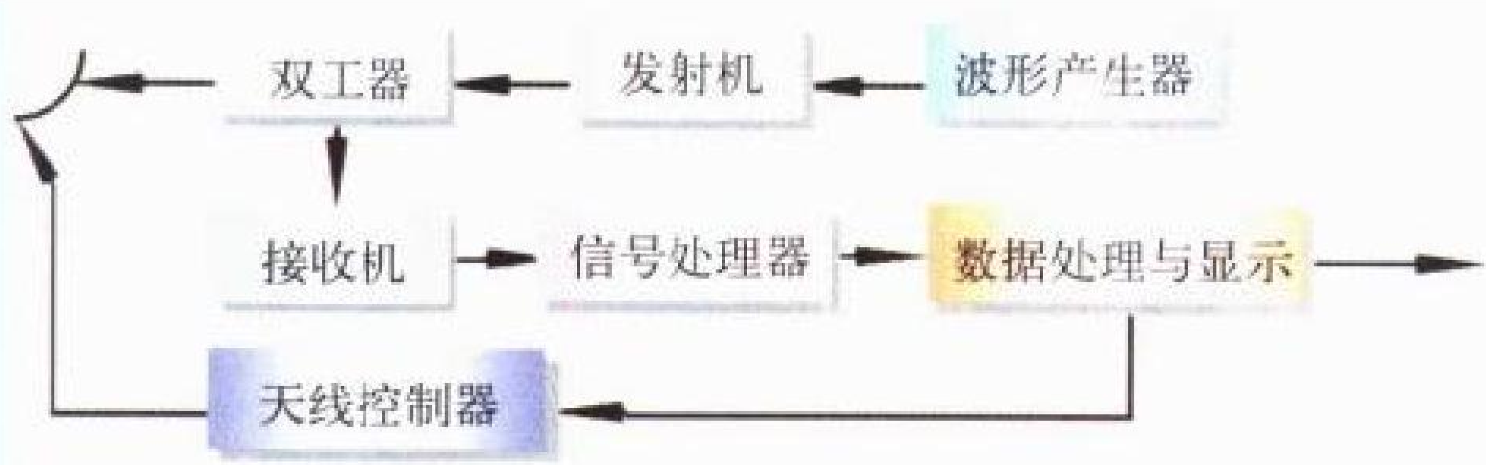



图 1　单基地雷达原理框图

军用雷达是获取陆、海、空、天战场全天候、全天时战略和战术情报的重要手段之一，是防天、防空、防海和防陆武器系统和指挥自动化系统的首要传感器。它不但可以预警、截获、跟踪、识别、引导拦截空中、海面、地面和外空的各类飞行目标，而且具有依靠空中或外空平台对地面大面积固定目标进行成像的能力。目前其分辨率及测量精度虽不及光学和红外传感器，但军用雷达的全天候、全天时以及大空域高数据率的性能则是其他传感器无法代替的，因而军用雷达在军事领域担负着极其重要的角色，具有广阔的应用前景。

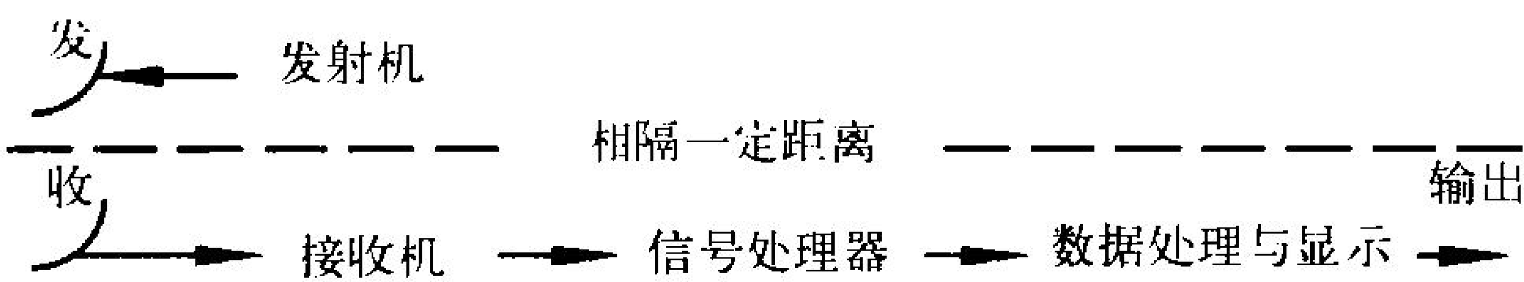
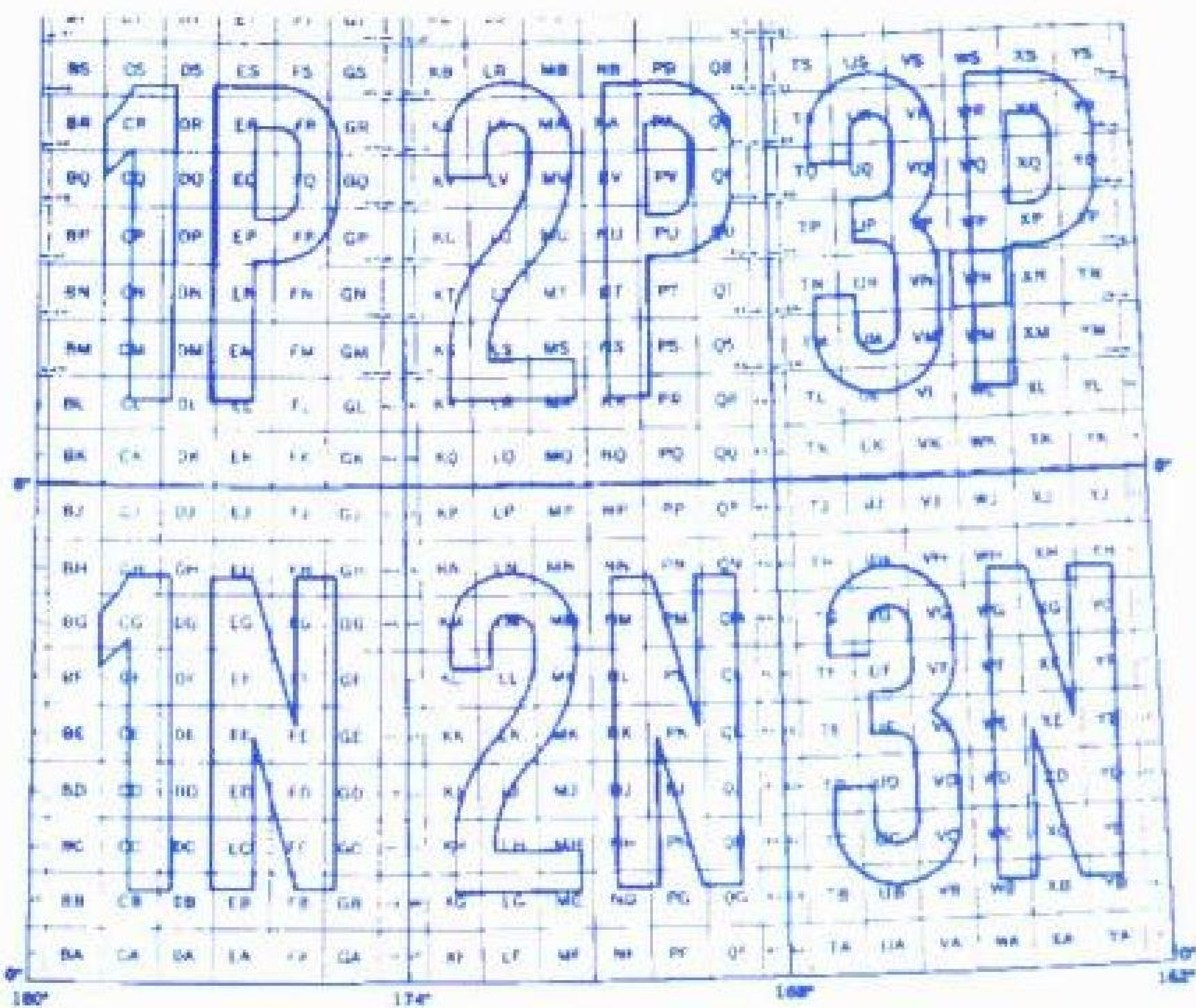



图 2　双、多基地雷达原理框图

（撰写：王福如　审订：华海根）

junyong wangge jizhun xitong

**军用网格基准系统**　military grid reference system (MGRS)　通用横向麦卡托（UTM）系统的一种扩展。它是用一串字母和数字表示地球上任何位置的一种方法。MGRS 进一步把每一个 UTM 投影带分成许多 100 km 见方的正方形、每个正方形有两个字符标注 ($\alpha_1\alpha_2$)、故称其为字母对标识符。这些字母对标识符通常以正常的字母顺序出现、并且在南北方向上每隔 2000km、东西方向每隔 18° 就重复出现一次。$\alpha_1$ 表示格网正方形所在的列、$\alpha_2$ 表示行。一个 MGR 格网方块内的位置可用两个数表示：从方块的西缘算起的朝东的距离米数、从南缘算起的朝北的距离米数。两个数同两个字符的格网正方形标志以及两位数字加一个字符的 UTM 格网带标志相组合、就可用来表示地球表面上任一位置。一个 MGRS 坐标有如下 5 部分组成：(1) 两位数字 UTM 投影带的带号 (NN)；(2) 一个字符的纬度段标志 (A)；(3) MGR 100 km 见方的正方形的两个字符标志 ($\alpha_1\alpha_2$)；(4) 1 ~ 5 位数字的在 MGR 格网正方形内朝东的米数 (eeeee)；(5) 1 ~ 5 位数字的在 MGR 格网正方形内朝北的米数 (nnnnn)。于是，具有 1 m 精度的一个 MGRS 坐标的形式如图所示。




军用网格基准系统 (MGRS)

（撰写：丁　群　审订：邱致和）

junfanggen juli yuangailü wucha he qiugailü wucha

**均方根距离、圆概率误差和球概率误差**　distance root mean square (drms), circular error probable (CEP) and spherical error probable (SEP)　导航系统的水平定位精度常用均方根

距离 (drms)、圆概率误差 (CEP) 来表示，而三维位置精度则用球概率误差 (SEP) 来表示。当用导航系统多次测定载体的水平位置时，这些测量值与其真实位置有一些或大或小的偏差，如果不管偏差的方向，只计算偏差的径向距离，对这些距离求均方根值便得到均方根距离 (drms)。在民用中常用 2 倍的均方根距离，即 2 drms 表示水平精度。由于水平位置的偏差值在各方向上是不均匀的，误差分布是一椭圆，其椭圆度影响着 2 drms 与置信度之间的关系。因此，2 drms 的置信度在 95.5% ~ 98.2% 之间随水平误差分布的椭圆度而变化。

圆概率误差 (CEP) 是一个以运载体真实位置为圆心的圆的半径，在所有的定位测量值中，有 50% 落在这个圆内，即相当于 50% 的置信度。CEP 军方使用较多，2 drms 值大致等于 CEP 值的 2.5 倍。

球概率误差 (SEP) 是一个以运载体真实位置为球心的球壳的半径，所有定位测量值的 50% 落在该球内。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）



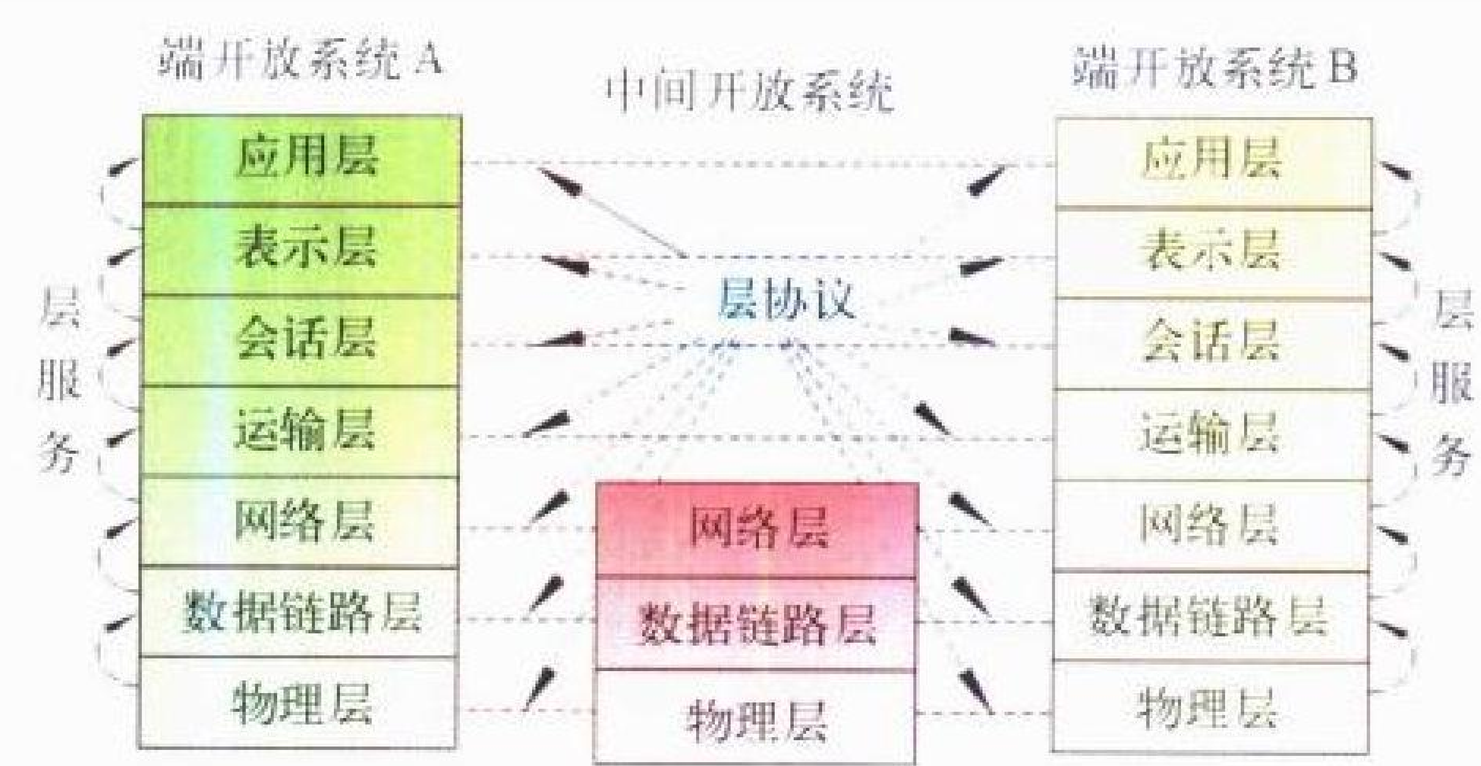

Ku pinduan weixing tongxin shoufaqi

**Ku 频段卫星通信收发器**　transceiver for Ku-band satellite communication　Ku 频段卫星通信系统星载设备和地面设施所用的信号接收及发射前端电路装置。以往国际商业通信卫星和国内区域通信卫星多使用 C 频段（6 / 4 GHz）。为与民用通信不相干扰，军用和政府级卫星通信则使用 X 频段（8/7 GHz）。由于卫星通信业务量与日俱增，1～10GHz 窗口频段日渐拥挤，从而开辟了 Ku 频段（14 / 12 GHz）及 EHF 频段（44 / 20 GHz）供军用和政府级卫星通信使用。Ku 频段的优点包括与地面微波通信系统相互干扰小；地面可使用小口径天线（VSAT）就近设置，因而费用低廉；波束宽度小，并可采用多波束工作方式等。星载转发器使用星级可靠性的功率及低噪声 MMIC 芯片，仅自重一项指标即可节省一半经费。14～14.5 GHz 的 MMIC 下变频模块噪声系数目前已降低到 1.1 dB，10.7～12.75 GHz 的 MMIC 功放输出功率已达 15 W。由于单个固态功放的输出功率有限，Ku 频段卫星系统将采用波束捷变及多波束的有源相控阵天线，其支持技术包括 MMIC T/R 组件和 MMIC 波束形成网络。Ku 频段 VSAT 用的高频头，即低噪声下变频模块（LNB），技术上已经相当成熟，采用 GaAs PHEMT MMIC 工艺。上行线路用的 14 GHz 大功率固态功放（SSPA），采用 MMIC 功放和功率合成技术，已能取代行波管放大器，输出功率达到 50 W。

（撰写：李涵秋　审订：林金庭）

kaifang xitong hulian cankao moxing

**开放系统互联参考模型**　open system interconnection reference model (OSI-RM)　简称 OSI 参考模型（见图）。为实现开放系统互联所建立的通信和信息交换抽象功能分层模型。这里所说的开放系统包括端开放系统和中间开放系统，互联是指按照分层结构和标准协议使得多个端开放系统可以直接或者经由中间开放系统相互连接和交换信息。每个开放系统中的各层功能相对独立，以便修改、扩充而不影响其他层次功能。每个功能层使用相邻下层提供的服务，然后同与之连接的开放系统的相同功能层之间依其规定的通信协议交换信息，最后向相邻上层提供新的服务。模型规定了 7 个功能层次，自下而上分别为物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层和应用层。该模型为异种计算机的互联提供一个共同的基础和标准框架，并为保持相关标准的一致性和兼容性提供共同的参考。实际应用中，开放系统往往指的是综合了计算机和通信技术的各种网络交换设备、传输设备、终端设备和其他特殊设备（例如网关设备），只要它们都遵循 OSI 参考模型规定的统一分层结构和标准协议，就能保证设备之间的互联和互通，满足系统分布式应用的需要。OSI 参考模型已被成功应用于许多著名的系统上，例如帧中继、同步光纤网、ATM、SS7、ISDN 等。但是随着因特网应用业务不断增加以及 TCP/IP 的广泛应用，OSI 在端用户设备方面远不如 TCP/IP 用得普遍，它更多的是在基于高端交换机和大型同步光纤网的网络上采用，特别是基于 OSI 的网络




OSI 参考模型

公用管理信息协议（CMIP）、文电处理系统（MHS）和目录系统（DS）等协议和系统上。（撰写：汪恩荣　审订：智少游）

kangfushe jiagu jishu

**抗辐射加固技术**　radiation harden technology　为提高微电子器件抗粒子或射线辐射能力而采取的改进设计、加强防护等措施。航天器上的器件在飞行过程中会遇到宇宙射线照射。在核反应堆附近工作的器件会受到泄漏中子和 γ 射线的损伤。反弹道导弹系统常设计成当拦截导弹靠近来袭导弹时，引爆核装置以摧毁来袭导弹或使其失灵。导弹电子系统必须有足够的抗辐射和抗电磁脉冲的能力，才有可能突防成功。甚至器件封装材料也常含有微量铀、钍等放射性元素。辐射可使器件中半导体材料和绝缘层产生新的缺陷和界面态，因而降低载流子迁移率、寿命和浓度，还可能激发电子—空穴对而出现瞬时电流。这些机制可使双极型器件的放大系数降低，CMOS 电路的阈值漂移，瞬时电流则可能使器件失去功能，甚至烧毁。封装材料产生的 α 粒子可导致存储单元误动作，即引起存储器的所谓“软误差”。所以在有抗辐射要求时，除应选择抗辐射能力较强的品种和采取屏蔽措施外，对双极型器件和电路应尽量减薄器件有源区厚度、提高掺杂浓度，对 CMOS 电路采用双层复合介质代替单纯 $SiO_2$ 栅，适当提高场效应管的阈值，还可以用介质隔离代替 P–N 结隔离，用金属薄膜电阻器代替半导体电阻器，以及在 SOI 材料上制作电路都有利于提高抗辐射能力。

（撰写：金毓铨　审订：林金庭）

kangganrao tongxin

**抗干扰通信**　anti-jamming communication　为对抗敌方利用电磁能和定向能控制、攻击通信电磁频谱，以提高己方通信装备和系统在通信对抗中的生存能力所采取的通信反对抗技术、方法和措施。它是通信对抗战的重要组成部分。抗干扰通信的基本手段是对信息、信息的载体及传播方式进行特定的处理，提高通信接收端的输出信干比，使其具备较强的区分有用信号和干扰信号的能力，从而在干扰的环境下，正确地接收所需的信息。在抗干扰通信中常采用扩频技术、跳

频技术、猝发技术、自适应天线调零技术等抗干扰技术和措施。这些抗干扰技术已在现代军事通信设备中广泛应用。

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

kangsuanyan yinji

**钪酸盐阴极** scandate cathode　原始的钪酸盐阴极，就是以钪酸盐为活性发射物质的金属多孔阴极（扩散阴极）。20世纪60年代初，苏联科学家就开展了将 $Sc_2O_3$ 引入到电子发射材料中去的研究。其后又陆续出现了压制型和浸渍型的钪酸盐实验阴极。当时所用的电子发射材料为 $Ba_3Sc_2O_9$，后来多在铝酸盐中掺杂 $Sc_2O_3$。这种阴极的电子发射性能优于以铝酸盐为电子发射材料的金属多孔阴极（B-型阴极、S-型阴极）和覆锇、铱膜的M型阴极。在发射电流密度相同的情况下，钪酸盐阴极的工作温度可较后两者分别低150℃和50℃，但也有明显的缺点，例如沿阴极发射表面电子发射分布不均匀；受离子轰击破坏后其发射性能很难恢复；使用时对真空环境要求苛刻等。$Sc_2O_3$ 价格昂贵，阴极成本高。因此在实际应用中受到限制。直到80年代初期，才有了用于实践的成功实例，我国科技工作者对此做出了有益的贡献。由于钪酸盐阴极具有极其诱人的电子发射性能，在80年代末期至90年代中期，曾出现过对含钪阴极的“研究热”。先后出现了几种变体，研制出了钪顶层阴极、钪混合基底阴极、覆膜钪酸盐阴极、含钪膜阴极等。到目前为止，含钪阴极仍为许多国家所瞩目，含钪阴极在微波真空电子器件和真空显示器件中已得到成功的应用。

（撰写：阎肃秋　审订：廖复疆）

kebiancheng luoji qijian dianlu

**可编程逻辑器件电路** programmable logic device circuit　用户可通过编程实现特定逻辑功能，具有一定通用性的专用逻辑集成电路。可编程逻辑器件由编程元件阵列与编程电路、寄存器、输入输出电路等组成。其编程元件可分为可写型、可写/可擦型和易失型等多种。可写型是采用激光或者电熔通/熔断丝来进行编程的，它只能进行一次性编程；可写/可擦型采用紫外光或电擦除浮栅MOS晶体管电荷的方法来实现多次编程；易失型则用内部SRAM来存放编程数据，可以随写随擦，但是断电后所写内容消失。这种电路一般采用CMOS工艺制作，广泛用于电子电路的验证、军用电子设备和系统等。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

kebiancheng waiwei jiekou dianlu

**可编程外围接口电路** programmable peripheral interface circuit　可以通过编程来改变和控制系统工作方式的微处理器外围接口电路。这类电路可分为通用外围接口电路、专用外围控制功能电路和系统配套功能电路三大类。通用外围接口电路包括并行输入/输出口、串行输入/输出口，定时器、计数器、直接存储器、存取控制器和中断控制器等。专用外围控制功能电路包括软盘控制器、CRT控制器和键盘显示控制器等。系统配套功能电路包括存储器管理部件、总线裁决器、智能输入/输出接口电路等。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

kebiancheng wangluo

**可编程网络** programmable network　用户可根据需要对网络进行编程的网络。它的主要措施是开放式信令、分离网络软硬件及增设网络中间件。它的优点是不同厂商的网络产品可互通，网络可适应快速多变的发展。与主动网相似（参见主动网），区别在于，可编程网络是通过带外信令系统输入程序实现网络编程，可编程网络面向有连接的网络，如ATM网络和移动网络。同样，可编程网络目前仍处于研究开发阶段，未来的主要应用方向是电信网络。

（撰写：李振邦　审订：程 蝉）

kebiancheng yiqi biaozhun mingling

**可编程仪器标准命令** standard commands of programmable instruments (SCPI)　建立在IEEE488.1及IEEE488.2之上，面向测试功能的仪器程控命令集。程控消息的定义与通信物理连接层的硬件及编程手段和程序语言无关，使测试程序模块易于移植。具有可缩性及可扩性，适应于不同规模的测量控制并可不断补充其命令集，为仪器程控及数据的处理提供了一个优良的编程环境，能够最大限度地节省程序的开发时间。可编程仪器标准命令具有许多特点，其结构采用分层表达方式，以常规缩写的规则建立助记符语言，制定了有关缺省的约定，给出了若干参数的标准格式，且其参数能够尽量简化。

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）

kebiancheng zhidu cunchuqi

**可编程只读存储器** programmable read only memory (PROM)　可通过编程一次性地写入数据的只读存储器。用户写入信息内容后，不能再作任何修改，只能一次性编程。PROM的存储单元电路由熔断丝或熔合丝与半导体管串联构成。其产品出厂时所有存储单元的熔丝均处于“断路”或“短路”状态，因而所有数位都处于全“0”或全“1”状态。半导体管可以是双极型或MOS型。只要按给定的地址对指定的存储单元电路施加高压脉冲使串联于单元管的熔断丝开路或熔合丝短路，便可实现该存储单元状态的改写。对PROM的现场编程可由与PC机相连的自动编程器完成，把编程数据输入到PC机，由PC机控制编程器完成信息的写入。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

keca biancheng zhidu cunchuqi

**可擦编程只读存储器** erasable programmable read only memory (EPROM)　可用紫外线照射方法擦除存储内容和用电气方法写入数据的只读存储器。用户可根据需要对EPROM的存储内容改写任意次。EPROM的存储阵列大多数采用独特的叠栅注入MOS管（简称SIMOS）组成存储单元。当SIMOS的漏源极间加较高电压时，它的浮栅会因电子雪崩注入而充电，此时的SIMOS相当于写入了“1”，相反情况下，浮栅未注入电荷的情况相当于写入“0”，而在紫外线光照射后，浮栅的电荷会被完全泄放，从而实现数据的全部擦除。EPROM产品外壳装有透明石英盖板，便于擦除操作。EPROM的编程写入可在写入电路和写入程序配合下进行，使用方便，广泛应用于通信、自动化控制等系统。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

kecexing sheji

**可测性设计** design for testability　研究提高电路的可控性和可观测性，将那些不可控和不可观测的电路变成可控制和可观测的电路设计。由于数字系统日趋繁杂，以及大规模集成电路的迅速发展，芯片的集成度越来越高，而供外部测试

的引脚却很少，测试问题日趋困难。为了减少测试的困难，降低测试成本，目前，采用的方法是在系统设计过程中就关注到系统的可测性问题，即进行可测性设计。可测性包括可控性和可观测性两部分，只有具备可控性和可观测性的电路才是可测性电路。目前数字系统的可测性设计有两种方法：⑴ 可测性的改善设计；⑵ 可测性的结构设计。可测性的改善设计是当数字系统设计完成之后，计算出可测性的测度，并与系统要求的可测性测度限值进行比较，若大于限值则应对该数字系统进行改善设计。其常用的方法是在适当的位置上插入简单的与门、或门，就可提高系统的可控性，而在适当的位置上引出观测点，即可提高系统的可观测性。可测性改善设计的效果是十分有限的，因而，提出了可测性的结构设计。可测性结构设计是根据可测性设计原理对电路的结构提出一定的设计规则，使得设计的电路易于测试。目前，可测性结构设计的方法很多，有电平灵敏扫描设计法 (LSSD)、扫描通路法、扫描置位法、随机存取扫描法和内测试设计等。边缘扫描测试技术 (BST) 是目前行之有效的一种可测性结构设计方法(参见*边缘扫描测试*)。

（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

kegaixie guangpan qudongqi

**可改写光盘驱动器** rewritable optical disc drive　又称可改写光盘机、可擦光盘机。能在可改写的光盘上用激光束读写数据的一种装置。可改写光盘现有两种技术：⑴ 先擦后写，擦除过程要单独进行；⑵ 直接改写或间接改写。可改写光盘直径有 2 in、3.5 in、5.25 in 和 14 in 等多种，但应用最普遍的还是 5.25 in 的光盘。可改写光盘机普遍采用 SCSI 接口，一般用于二级或后援存储。可改写光盘机的记录媒体主要有三种：相变、磁光及染料聚合物。目前应用较多的是相变与磁光型两种。磁光型光盘可改写百万次以上，是可改写光盘中最成熟的一种。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

kehuan cipanzu

**可换磁盘组** removable disk pack　用于可换硬磁盘驱动器的由多片硬磁盘片组成的记录媒体。这种磁盘组在 20 世纪 70 年代初至 80 年代中期曾广泛应用，直径为 356 mm (14 in)，有 6 片、11 片、12 片等几种规格。磁盘组由硬磁盘片、间隔环、盘毂、主轴锁定机构、外罩(上罩和下罩)组成。外罩对磁盘片起到保护的作用。当磁盘组装入驱动器时，主轴锁定机构将其固定在驱动器的主轴上，主轴带动磁盘组一起旋转，而驱动器的磁头伸进盘片间进行读写。磁盘组顶端盘面是保护面，不作存储用。最下方的盘面上另外安有一片索引盘，索引盘的外圆周上，对应于索引和扇区的位置开有槽口，以提供索引信号和扇区信号。对于 12 片的磁盘组，中间还设置了一个为提高磁头定位精度的伺服面。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

kehuanpan cipan qudongqi

**可换盘磁盘驱动器** removable disk drive　作为记录媒体的磁盘可以由使用者方便地更换的一种硬磁盘驱动器。由于记录媒体可换，相对地增加了存储容量，更换下来的磁盘既可脱机保存，又可与其他计算机进行数据交换，因此这类磁盘驱动器在 20 世纪 70 年代初至 80 年代中期得到了广泛的应用，是当时计算机的重要外部存储器。可换盘有单片盘和多片盘两类：单片盘称为盒式磁盘 (disk cartridge)，多片盘称为磁盘组(disk pack)。多片盘有 3 片、6 片、11 片和 12 片等规格，盘片直径一般为 356 mm (14 in)。近年来又出现小盘径的可换盘。盘径规格有 133 mm、89 mm、64 mm 和 46 mm (5.25 in、3.5 in、2.5 in 和 1.8 in ) 等。可换磁盘驱动器由磁盘驱动主轴、磁头加载机构、磁头驱动定位机构、盘腔及空气净化系统等机械部分以及读写电路、磁头寻道定位电路、接口电路等电气部分组成。在装卸盘组时，磁头退出盘腔。当装入盘组与主轴锁紧后，在主轴达到额定转速时，磁头伸入盘腔，并由磁头加载机构压向盘面使磁头稳定地浮在盘面上，此时可由主机控制进行寻道、读写操作。记录媒体可换既是优点，也是缺点。如可换盘组难以保证盘腔空气净化，容易划伤磁头或磁盘，又因必须使磁头和盘面保持浮动间隙，记录密度难以提高。另一方面既要可换，影响盘与轴的安装精度，使道密度很难进一步提高。因此，在 IBM 推出温彻斯特 (Winchester) 技术后，可换磁盘驱动器就逐渐为温彻斯特磁盘 (简称温盘) 所取代。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

kejianguang tanceqi

**可见光探测器** visible detector　用于探测400～700 nm 可见光的探测器。它们包括硅光电二极管、GaAs 肖特基势垒光电二极管、非晶态硅光电导探测器，CdS、CdSe 和 CdTe 光电导探测器以及光电管、光电倍增管。成像器件有硅电荷耦合器件、硅电荷注入器件、MOS 成像阵列、硅光电二极管阵列和像增强管。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

keshi chengxu sheji yuyan

**可视程序设计语言** visual programming language (VPL)　用图形符号描述计算机任务的处理对象和处理过程的语言。它与传统程序语言的最大区别是：传统语言是由正文形式表示的一维字符串结构，而可视语言则是由基本图符号的空间排列所表示的多维结构。可视语言体现了用图形来进行编程的特点。VPL 可以根据所用可视化表达式的类型和范围，进一步细分为基于图标的语言，基于窗体的语言和图表语言。为了支持可视语言的实现，必须为它建立一个称为可视程序的开发环境。环境中包括数据库、视图工具、浏览程序、项目管理程序等工具。Visual Basic，Visual C ++ 等 Microsoft Visual 一族，尽管以可视化命名，却并不是可视程序设计语言。它们仅仅是使用了图形化构造器以使程序设计界面更简易的文本式语言。程序设计环境的用户界面端是可视的，但语言本身不是。典型的可视程序设计语言有 Prograph、Pict、Tinkertoy、Fabrik、CODE 2.0 和 Hyperpascal。

（撰写：张晓光　柳惠琳　审订：瞿兆荣）

keshi dianhua

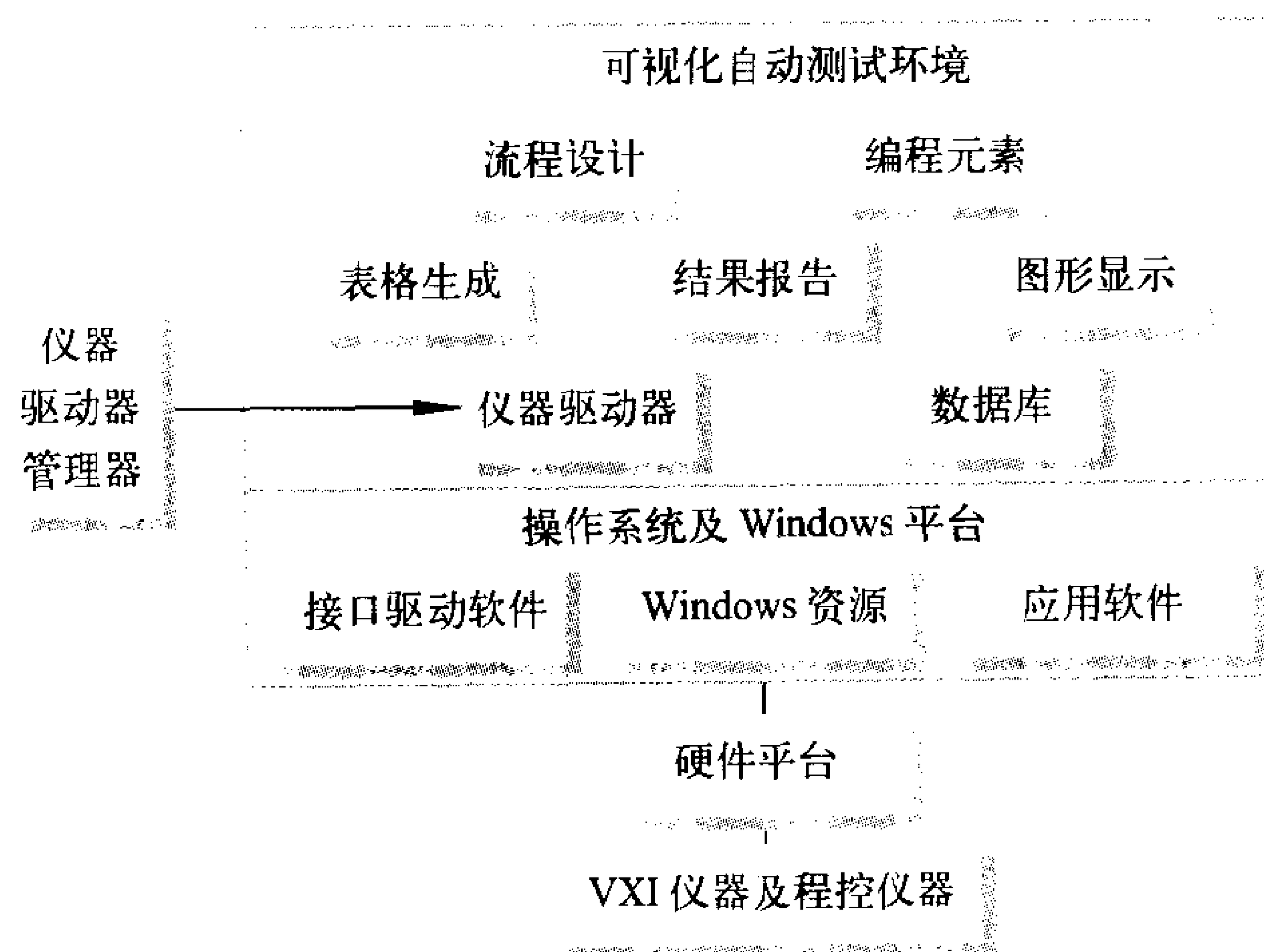
**可视电话** videophone　既能听到声音，又能看见对方图像的电话，是人们能够远距离面对面交谈的通信工具。目前使用的可视电话有三大类：⑴基于 ISDN 的可视电话，利用桌面可视电话系统，通过 ISDN 网络，实现通话双方话音和图像的双向实时传输，双方还能共享应用程序，利用电子白板进行书面交流。这种可视电话系统是遵从 ITU−T H.320 框架建议的多媒体通信系统；⑵基于公用电话网 (PSTN) 的可视电话，它遵循 ITU−T 制定的 H.324 框架建议，并采用 V. 34 标准的 MODEM，它在音视频压缩编码和调制技术方面都有重大突破，性价比不断提高，大有广泛普及之势；⑶

IP 可视电话，随着 IPV6 协议的推出，使因特网上多媒体通信成为现实。IP 可视电话终端符合 H. 323V2 建议(基于分组交换的多媒体通信系统与终端)，其图像质量比 H. 320 产品明显提高，同时也具有与 H. 320 终端的互操作性。

(撰写：戴井岗　审订：程　蝉)

keshihua zidong ceshi huanjing

**可视化自动测试环境**　visual automatic test environment　图形化的自动测试软件集成开发环境。以图形化控制的方式，给测试方案的测试流程提供编程所需的各种编程元素：如变量、输入框、分支、循环、仪器控制等，通过组建虚拟仪器驱动库，利用结构化的流程框图方式和可视化的编程界面来实现测试软件的自动生成。仪器驱动器可以在测试环境中作为一种特殊的编程元素提供，编程中所有与可程控仪器的交互，都可以通过调用由仪器驱动管理器创建并管理的仪器驱




可视化自动测试环境组成框图

动器来完成。测试环境中，一个测试程序对应于一个工作文件，多个由子模块组成的工作文件组合成相应的测试程序库。具有仪器驱动器软件库与接口驱动软件，并具备数学分析、处理、图形显示以及结果报告等功能。可视化自动测试环境组成框图如图所示。　(撰写：徐红兵　审订：陈光褵)

keshi tuwen

**可视图文**　videotex　一种开放式公用图文信息服务系统。它利用现有的公用电信网络，以交互型图像通信的形式向用户提供数据库中的各类信息，达到信息资源共享的目的。用户通过终端向可视图文系统输入检索要求，系统从数据库中找出相应的信息，并通过电信网络传送给用户终端，终端解码后的信息以字符、图形或图像的形式显示在屏幕上。有的系统还允许用户按规定的步骤，通过终端修改数据库中的内容。我国可视图文应用层协议采用 X.29 M + 来解决可视图文接入设备 (VAP) 和数据库之间的通信。用户终端和 VAP 之间使用 V.32 调制解调器。可视图文的主要业务有以公用数据库为基础的电子查号(电话号码、邮政编码等)、电子信箱业务和各类专业数据库为基础的检索型业务、交易型业务及计算处理型业务。　(撰写：戴井岗　审订：程　蝉)

ketiaoxie jiguang jingti

**可调谐激光晶体**　tunable laser crystal　输出激光波长在某一波段范围内可以变化的晶体。按调谐机理可分为：(1) 掺杂型激光晶体，是用过渡金属离子 3d 或稀土金属离子 4f 电子—声子相互作用产生的跃迁光谱的声子边带，实现激光的调谐作用，其工作波长范围在可见光和红外区域。过渡金属离子主要有 $Cr^{3+}$、$Cr^{4+}$、$Ti^{3+}$、$Ca^{2+}$、$Ni^{2+}$、$V^{2+}$ 等；稀土金属离子有 $Sm^{2+}$、$Tm^{2+}$、$Eu^{2+}$、$Ce^{3+}$ 等。基质晶体主要为氧化物、氟化物。可调谐激光晶体有钛宝石 ($Ti^{3+}:AlO_3$)、金绿宝石 ($Cr^{3+}:BeAl_2O_4$)、镁橄榄石 ($Cr^{4+}:MgSiO_4$)、$Ca^{2+}:MgF_2$、Cr : LiCAF、Cr : LiSAF 等。(2) 色心激光晶体，通过晶体中的光学吸收中心(色心)产生宽的光谱带实现调谐，主要的色心晶体是碱金属卤化物，如 LiF、$CaF_2$、KCl 等。(3) 半导体激光材料，利用温度和激励电流调节半导体的发光能隙宽度来制成可调谐半导体激光器。

(撰写：张振亚　审订：桂尤喜)

ketiaoxie jiguangqi

**可调谐激光器**　tunable laser　输出波长在一定范围内可连续调谐的激光器。目前在实验室研究中可调谐激光器输出波长可覆盖从紫外到远红外绝大部分的光谱范围。可调谐激光器主要有如下几种：(1) 准分子激光器，可实现远紫外波段调谐，采用 $Ar^+$ 与 $Kr^+$ 的混合气体作工作介质可实现 120～190 nm 之间的输出，用可调节长度的光学腔来选择特定的波长。(2) 有机染料激光器，输出波长范围在 300 ～ 1100 nm，工作介质是溶解在溶液中的有机染料。输出波长跨越整个可见光光谱时需更换几种有机染料，通常用于科学研究。(3) 声子振动激光器，以可调谐激光晶体为工作介质(参见可调谐激光晶体)，其下能级是振动声子能级组成的能带，可发射中心波长附近 ±20% 的光谱范围内的激光。它们多数可连续或脉冲方式工作。(4) 二极管激光器的调谐范围在近、中红外段，分布反馈激光器可通过改变温度或输入电流来调谐，外腔调谐半导体激光器可采用布喇格光栅反馈等方式来调谐。(5) 自由电子激光器在 2 μm 至毫米波范围内调谐，它是通过改变高能电子束的振动频率实现的。(6) 光学参量振荡器，利用非线性晶体的二次非线性效应实现可调谐输出。可调谐激光器在测污、遥感、光纤通信的波分复用、医疗和光电对抗等领域中有重要应用。　(撰写：刘兴新　审订：梅遂生)

kexin jisuanji xitong pingjia zhunze

**可信计算机系统评价准则**　trusted computer system evaluation criteria (TCSEC)　俗称《橘皮书》。计算机安全的评估标准。它是美国国防部 ( DOD ) 计算机安全中心 ( CSC ) 与计算机安全评估中心首先在 1983 年发布的标准，以后进行过几次修改。其内容主要包括六条对计算机安全的基本要求(安全策略、信息的安全标识、身份识别、可核查性、保证措施、持续性保护)，和对自动化数据处理系统 ( ADPS ) 中的安全控制的有效性进行评价的七个评估类的要求。TCSEC 是国际上以后类似标准的基础，也是许多安全概念的第一次系统阐述，代表了当时美国国防部关于计算机安全的观念，影响了许多美国计算机和网络公司产品的体系结构设计。虽然其概念和原理也适用于网络、数据库、计算机应用，但此标准主要是针对计算机 (特别是操作系统) 的，此后 DOD 又发布《红皮书》，对网络和数据库给予解释。

(撰写：蒋继洪　审订：穆良知)

ke'erhe

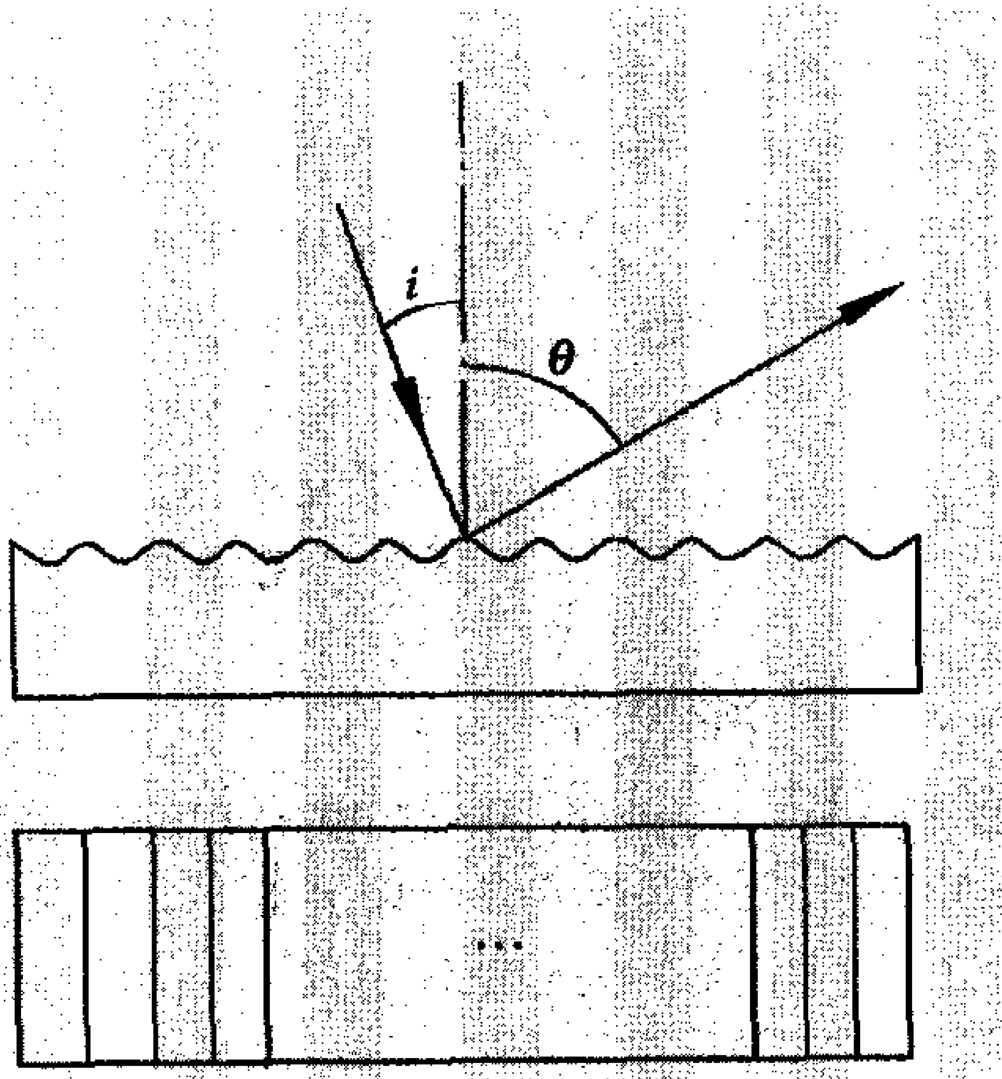
**克尔盒**　Keer cell　用克尔效应制成的电光器件。它是其中

放有克尔效应的电介质液体，如硝基苯、溴化苯等，以及两个电极的玻璃盒。电极间距视光束直径而定。间距大、半波电压高，一般常需 20～30 kV。容器的通光窗口常做成布儒斯特角。容器中电介质的折射率随外加电场的平方变化。克尔盒可用作激光器的 Q 开关、光脉冲整形器、光调制器等。

（修订：吴永生　审订：梅遂生）

keshi guangshan

**刻蚀光栅**　etched grating　用光刻等刻蚀方法在玻璃、蓝宝石、半导体、高分子材料等衬底上制造出来的光栅。它的特点是细长的狭缝和细长的介质区在基片或其表面上交替、平行地排列，如图所示。其中的狭缝可用金刚刀等利器在基片的平面上刻出来，也可用计算机控制激光、离子束或电子束等在基片表面上扫描，刻出凹槽。最常用的办法是光刻，即按照相制版的工艺流程用相干光在基片平面上制出光栅图案，再用化学腐蚀法或干刻法刻出光栅。其作用原理是根据下列光栅方程




刻蚀光栅

$$d(\sin i \pm \sin\theta) = m\lambda$$

式中 $i$ 和 $\theta$ 分别为入射角和衍射角；$\lambda$ 为光波长；$d$ 为相邻狭缝间距离，即光栅常数；$m$ 为零或正整数，入射光和衍射光在光栅法线同侧时取 + 号，否则取 − 号。此式表明不同波长的光有不同的衍射角，因此光栅是一种色散元件，可用于光谱仪、滤光器、光调制器、光偏转器等。刻蚀光栅根据使用和结构的不同，常分为反射光栅、透射光栅、凹面光栅、平面定向光栅等。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

kehu fuwuqi jisuan

**客户/服务器计算**　client / server computing　在这种模式中，客户机向服务器请求服务，接受请求的服务器则返回数据或结果。服务器通常是功能较强的计算机，客户机作为桌面设备。客户/服务器应用可以分为前端（运行在客户机上）以及后端（运行在服务器上）。前端有一个接口，允许最终用户发出请求并且发布在后端执行的命令。客户/服务器计算具有开放的、可扩充的体系结构。原先应用的是二层客户/服务器模式，如图 1 所示。近年来，又出现了一种基于三层结构的新的客户/服务器模式，它在二层客户/服务器中引入一个应用服务器。大部分的业务逻辑和应用程序规则都从客户层中被分离出来并置于一个在中间层运行的应用服务器上。进一步分离和匹配业务逻辑，便可以形成中间有 N 层应用服务器的客户/服务器模式，如图 2 所示。这种模式正在开发之中。客户/服务器是目前最流行的计算模式，现在正朝 Web 计算（browser/server）、分布式计算方向发展。

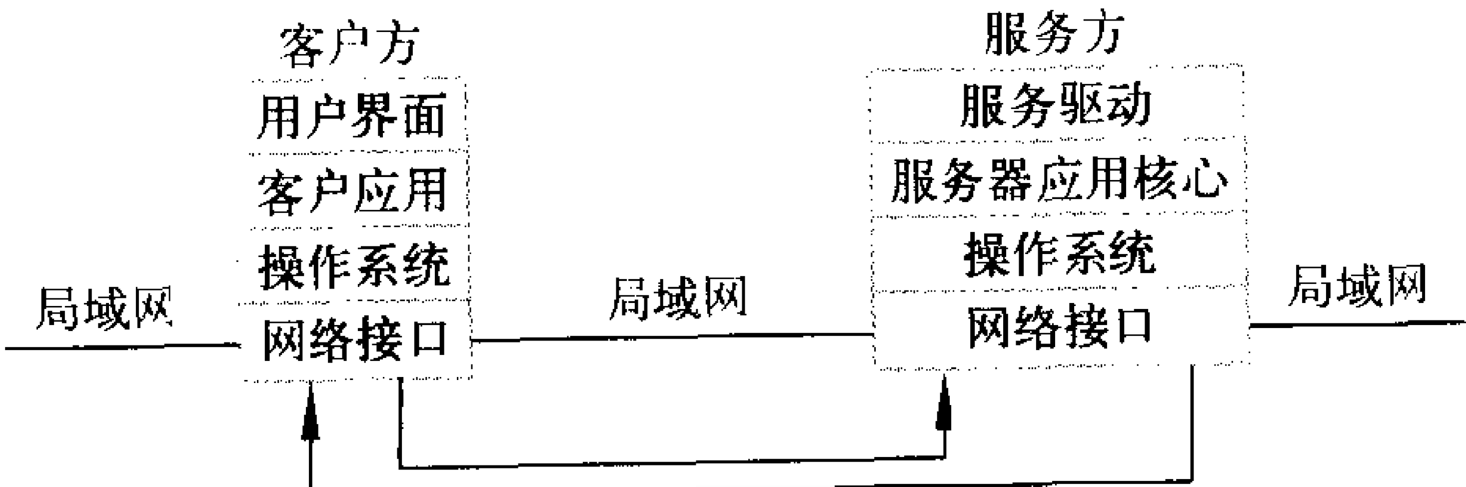



图 1　二层客户/服务器模式




图 2　N 层客户/服务器模式

（撰写：邵培南　何　武　审订：瞿兆荣）

kongji cekong xitong

**空基测控系统**　space-based TT&C system　以航空器为平台，并以其空间坐标为参考基准的测控系统。空基测控系统从体制上分，可以是连续波测控系统，也可以是单脉冲测控系统。工作频段，可以使用无线电波、光波等频段的频率。空基测控系统的特点是可在一定程度上克服地球曲率的影响，测控覆盖范围大，减少地基测控系统低仰角带来的多径效应问题，而且机动灵活，便于执行不同测控任务。与天基测控系统相比，空基测控系统维修管理费用低，设计寿命长，重复使用性好。

（撰写：陈继明　审订：于景瑞）

kongjian dianzizhan

**空间电子战**　space electronic warfare　为削弱、破坏敌方空间军用作战武器的作战使用效能和保护己方空间武器的作战性能所采取的战术技术措施的总称。主要包括军事卫星对抗和高轨导弹对抗等。军事卫星主要包括军事侦察卫星、通信卫星和导航卫星三大类，它们是进行情报侦察、战区通信、精密导航的主要手段。空间电子战是对抗军事卫星的现实而有效的手段，它比应用硬武器杀伤敌方军事卫星花费的代价小，容易实施。视觉、红外假目标欺骗和真目标伪装是对付照相侦察和红外侦察成像卫星的有效手段。无线电静默（电磁辐射控制）和采用低截获概率信号等反侦察措施是对抗电子侦察卫星最简单、有效的措施。干扰下行信道接收机是对抗通信卫星和导航卫星的有效手段。卫星的轨道越高，干扰下行信道越容易取得好的效果。对军事卫星的对抗是一种综合对抗，是体系对体系、系统对系统的对抗，必须综合使用多种对抗手段才能取得最佳的效果。

（撰写：朱　松　审订：吕连元）

kongjian jiguang tongxin

**空间激光通信**　space optical communication　采用激光作为载波在外层自由空间传输的无线激光通信。它包括同步轨道卫星（飞行器或航天器）GEO、低轨道卫星 LEO、中轨道卫星 MEO、小卫星、航天飞机间的通信；上述飞行器对地面

站之间的通信；小卫星组成的空间信息网及天基综合信息网中相关节点、终端之间的通信等，其表现形式与应用环境是广泛和多样化的。空间激光通信除了空间卫星对地面站的通信需要经过大气层外，GEO、LEO、MEO、小卫星组网、航天飞机等所经过的传播信道是类似真空的自由空间，这是光波最好的传播信道，所以传输距离可达数千千米甚至数万千米。空间采用激光通信，其信息容量大（光载波频率可达 $10^{12} \sim 10^{17}$ GHz），激光束发射角小（微弧度量级），方向性好，通信系统体积小、重量轻、功耗小、保密性好、抗干扰性强，特别是在空间作为卫星间的捕获、跟踪、对准的自动跟踪系统的精度、重量、体积是其他波段无法比拟的。一个相距 40000 km 的空间站光通信系统其光天线口径仅 10 cm 左右，系统光头重量小于 15 kg，卫星的跟踪精度可达几个微弧度。　（撰写：胡　渝　审订：李振邦）

kongjian jianshi xitong

**空间监视系统**　space surveillance system　对空间目标进行探测、监视的大型电子系统。美国在 20 世纪 70 年代初便开始研制空间监视系统，其主要功能是：发现和跟踪所有的空间飞行体包括卫星、导弹、飞船等及其残留物和其他物体，准确地计算其轨道数据，并进行短、中、长期轨道预报；观测跟踪即将再进入大气层或殒落的空间飞行体，并准确预报落区及时间；观测跟踪空间飞行体的相互位置，以防止空间飞行体相互碰撞；识别空间飞行体的性质及国别；根据需要和可能，查明空间飞行体的故障及损坏原因。空间监视系统由以下部分组成：(1) 卫星军用探测系统，包括海军的空间监视系统、空军的空间跟踪系统（包括弹道导弹早期预警系统的雷达站）、陆军的多普勒相位锁定雷达系统；(2) 对盟国空间的监视设备；(3) 宇航局的民用空间跟踪系统，包括有人驾驶的航天飞船、人造地球卫星的监视系统和对盟国卫星的监视系统等。　（撰写：冯　芒　审订：刘　兴）

kongjian jiaohui leida

**空间交会雷达**　space rendezvous radar　一种用以引导航天器在空间轨道上交会和对接的雷达。例如，两个载人飞船处在不同的轨道上，飞船甲载有空间交会雷达和制导计算机，飞船乙载有（或不载）应答机。飞船甲上的交会雷达的作用是捕获并跟踪飞船乙，测出两飞船之间的距离、距离变化率和角度，将其输送给制导计算机和显示器。由计算机算出飞船甲进行交会运动的参数、进入转移轨道的最佳时间、进入点和速度变化修正量等，并在显示器上显示出来。航天员根据这些数据操纵飞船甲，使两飞船之间的距离趋近于零，以实现交会。如"阿波罗"号飞船登月舱的交会雷达采用脉冲多普勒体制，雷达天线作螺线扫描，在距离上也进行搜索，捕获目标后对其进行跟踪，实现交会。空间交会雷达还可用于搜索、跟踪和交会待维修或回收的航天器。
（撰写：王德纯　审订：张光义）

kongjian kongzhi

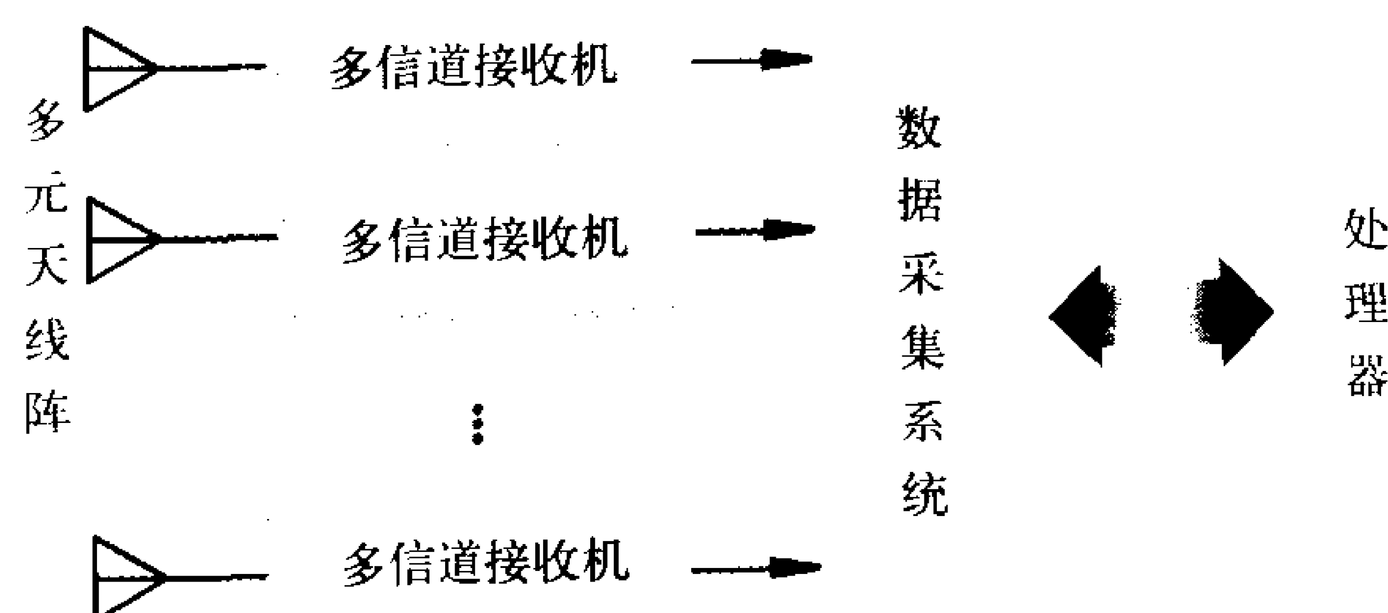
**空间控制**　control of space　美国空间战略的组成部分，即确保进入空间的能力，确保在空间介质中活动自由，以及在必要时确保阻止敌方使用空间的能力。为此美国把北美防空防天司令部中的空间监视中心和空间防御作战中心合并在一起，成立了空间控制中心。根据美国航天司令部的计划，空间控制将达到 5 个互相关联的目标：(1) 确保进入，确保进入空间并在其间活动的手段；(2) 空间监视，以获得并保持对态势的了解；(3) 保护，保护美国关键的空间系统，以防敌意的行动；(4) 防止，防止未经授权进入和非法利用美国和其盟国的空间系统；(5) 阻止，必要时阻止使美国及其盟国利益处于危险境地的敌意空间系统。（撰写：曹建文　审订：施振明）

kongjian mubiao jianshi leida

**空间目标监视雷达**　space-target surveillance radar　对地球轨道目标主要是卫星以及中、远程弹道导弹目标进行搜索、截获、跟踪、测量和识别的大功率远程雷达。基于不同的目的，空间目标监视雷达主要包括：导弹预警雷达、反导防御雷达、空间跟踪雷达。一般这种雷达要求有数千千米的探测距离。导弹预警雷达是用来探测中、远程弹道导弹进攻，确定其位置参数、运动参数和特征参数，以便测定其轨道参数，计算其落点和发射点并对目标进行初步识别。典型的例子是美国早期的弹道导弹预警系统（BMEWS）中的 AN/FPS-49 和 AN/FPS-50 雷达，它们在 20 世纪 80 年代被 AN/FPS-115 相控阵雷达代替。其探测距离可达 3000～4000 km（对于 0.1～1 m² 目标）。关于反弹道导弹防御雷达参见多功能阵列雷达。　（撰写：王德纯　审订：张光义）

kongjianpu guji cexiang

**空间谱估计测向**　spatial spectrum estimation direction finding　采用不同空间位置的多个阵元组成的天线阵列接收辐射源信号，并利用数字信号处理算法，估测出辐射源方向的技术。正如频谱反映了信号在频域的分布一样，空间谱则反映了信号在空间的分布状况。空间谱估计测向原理是：以多元天线阵为基础，在不同的空间位置同时获得多个信号样本，经先进的数字信号处理算法综合利用其幅度和相位信息，估测出辐射源方向。具有高精度、超分辨率等诸多优越性能。如图所示，空间谱估计测向系统由天线阵列、多信道接收机、多路数据采集系统和信号处理器组成。




空间谱估计测向系统组成框图

天线阵列可以采用任何形式的阵元和任意的几何排列。但必须保证阵列对不同方向入射信号的响应线性无关；多信道接收机完成射频信号的滤波、放大、变频等功能，各信道应具有很高的幅度—相位一致性；数据采集器完成 A/D 变换；处理器由高速计算设备和具有超分辨特性的处理算法组成。空间谱估计测向最重要的特性在于超分辨特性，即能够分辨同一波束宽度内的两个或两个以上的同频信号，还具有测向精度高和可对低信噪比信号、短持续信号、相干信号测向等优点。该测向体制的主要不足在于对信号模型失真的敏感性和较大的运算量。空间谱估计测向技术的发展趋势是：继续研究相干、宽带辐射源的测向算法，改进系统误差的修正软件，提高算法处理外界实际采集信号的实时性、有效性

和稳定性。（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

kongjian shujuku

**空间数据库**　spatial database　按照一定的数据结构和数据模型组织的相关的空间数据和属性数据的集合。其中，空间数据表征空间实体的位置、形状、大小和分布特征等信息；属性数据描述空间实体的性质，用于对空间实体进行语义定义。空间数据库是为了满足地理信息系统(GIS)的需要而发展起来的，它是GIS的核心。在GIS中，通常使用关系数据模型和网状数据模型建立空间数据库。地理信息是一种空间信息，包含了位置数据、属性数据和空间关系信息。任何一个地理实体在平面上的图形都可以用点、线、面和它们的组合来描述，因此空间数据的查询，主要是根据空间实体的属性和位置并通过空间拓扑关系来获取空间实体的信息。点—点、线—线、面—面、点—线、点—面、线—面是基本的空间拓扑关系查询形式。空间数据库的数据处理包括：数据编辑、图幅处理、数据压缩、数据类型转换、空间数据内插、数据之间的边沿匹配和数据提取等。空间数据库是数据库技术的一个新领域，由于它与GIS的关系密切，而GIS中的特征提取和信息综合等需要大量知识，因此空间数据库可与人工智能、专家系统相互结合，推动空间知识库在军事领域应用的研究和发展。（撰写：余性厚　江水　审订：瞿兆荣）

kongjiangbing zhihui zidonghua xitong

**空降兵指挥自动化系统**　command automation system of air borne force　指挥空降兵部队作战、训练及其执行紧急任务的自动化系统。空降兵是快速应急机动作战部队，集航空兵、步兵、通信兵、炮兵、工兵、防化兵和野战防空为一体的特殊兵种，担负特殊的作战任务，具有很强的机动性。世界上有的国家的空降兵隶属于陆军，载机多为直升机；有的国家的空降兵隶属于空军，载机多为固定翼飞机。空降兵指挥自动化系统主要由军、师、旅(团)、营、连直至分队(单兵)等指挥控制系统组成。在系统结构上以野战车载型、单兵背负/手持型为主，适应空降(或伞降)作战的机动要求，平时主要完成战备值班、空降训练和抢险救灾等任务；在战前准备阶段主要完成空降地区情报的收集和处理、地形分析和空降场的选择、空运空降计划和作战方案的拟制等任务；在空运空降阶段主要完成乘载登机、空运航线的监视和空降着陆过程的控制等任务；在地面战斗阶段主要完成空降作战指挥、野战侦察、野战炮兵、野战防空、野战通信及伞降人员集合、伞降物资快速搜寻等作战指挥控制任务。空降兵指挥自动化系统使空降作战战场态势感知能力和情报共享性明显增强；空降作战保障更加实时、便捷、高效；全面提高空降兵部队的综合作战能力，包括快速反应能力、机动性、作战效能以及战场生存能力。（撰写：毛永庆　审订：傅洪武）

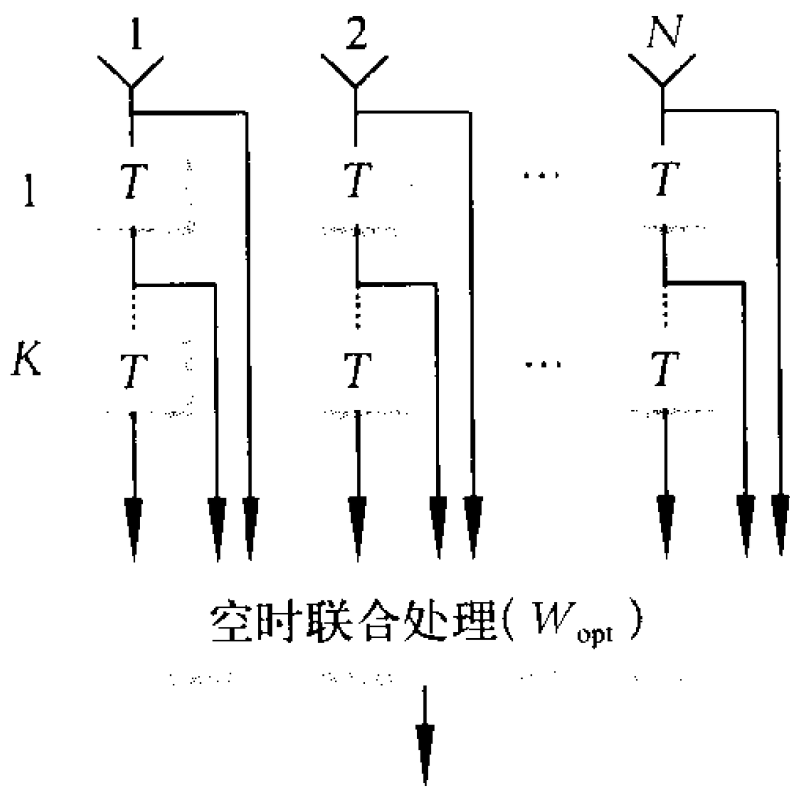
kongkui xiangkongzhen tianxian

**空馈相控阵天线**　space-fed phased array antenna　以初级馈源发射/接收电磁波代替强制馈电网络，每一个单元上的功率分配/合成是在空间完成的相控阵天线。它由初级馈源和天线阵组成，天线阵包括天线单元、移相器等。移相器对初级馈源到阵面各单元上的程差相位进行补偿，并根据波束扫描、波束赋形的需要进行移相。由于可用移相器补偿相位，阵面的形状以及与馈源的相对位置可以灵活。空馈相控阵天线一般分为传输式(透镜式)和反射式两类，传输式的天线阵，由天线单元面对着初级馈源的收集阵和背对着初级馈源的辐射阵两个阵面以及两阵面之间的移相器等组成。反射式的天线阵，由单元面对着初级馈源的阵面以及每个天线单元后的移相器和短路(或开路)线等组成。以发射状态为例，传输式的工作原理为：初级馈源照射收集阵，收集阵的天线单元将收到的信号经移相后，传输到辐射阵，由辐射阵的天线单元向空间辐射。反射式的工作原理为：初级馈源照射阵面，阵面的天线单元将收到的信号移相后传输到短路(或开路)线，信号被全反射后，经互易式移相器第二次移相再传输到阵面的天线单元，由天线单元向空间辐射。反射式的馈源将产生遮挡，影响电气性能，但易于在天线阵背对着初级馈源的一侧进行布线并易于实现对移相器等器件的维护。

（撰写：孙茂友　审订：方能航）

kongshi lianhe chuli jishu

**空时联合处理技术**　jointly space time processing technique　对于相控阵体制的脉冲多普勒雷达，假设天线由$N$个空间上分布开来的天线单元或子阵组成，雷达在一个相参处理间隔内接收$K$个相参脉冲，将某个距离门上的空时两维的数据排列成一个$N\times K$维的阵矢量$X$，在$X$上施加矢量$W$，同时实现空域滤波(天线方向图形成)与频域滤波(如MTI、PD、相参积累)的过程称为空时联合处理。如图所示为空时联合处理原理框图。




空时联合处理原理框图

在线性约束最小方差准则下，最佳自适应权矢量$W_{opt}$能够同时实现输出剩余杂波＋干扰＋噪声功率的最小化和输出信号/(杂波＋干扰＋噪声)的最大化。从本质上讲，$W_{opt}$可以分解成对干扰+杂波进行白化滤波级联和对信号的匹配滤波两个过程。$W_{opt}$是在杂波和干扰情况下空时二维的匹配滤波器。空时联合处理能有效地抑制杂波和干扰，提高雷达在强杂波和强干扰环境下的检测性能，它的应用前景非常广阔，现在已推广应用到第三代移动通信(CDMA)中。

（撰写：张良　审订：于文震）

kongzhong hangxing jieduan

**空中航行阶段**　phases of air navigation　飞机在空中航行的两个基本阶段是航路/终端区和进场/着陆阶段。航路/终端区阶段包括除进场/着陆阶段之外的所有飞行阶段。根据地理区域和操作环境的不同又分为以下四个子阶段：(1)越洋航路。该子阶段包括海洋上空的飞行，通常交通密度较低并不在独立对空观察设备的覆盖区域内。(2)本土航路。这个子阶段的飞行密度属于中等至高密度，其航路宽度比越洋航路子阶段要窄，通常在地面有独立的对空观察设备以辅助监视飞机的位置。(3)终端区。飞行密度属于中等至高密度，航路在

此会聚，飞行高度降低。因此，要求有窄的航路宽度。地面通常有独立的对空观察设备以辅助监视飞行的位置。(4) 边远区域。边远区域(如山区、沙漠和近海区域)的飞行密度较低，并且由于其特殊的地理环境很难实现有效的全面导航覆盖。进场/着陆阶段是飞机临近接地前的飞行操作阶段。该阶段的操作一般在跑道周围的 40 km 内进行。进场/着陆阶段又分为以下三个子阶段。(1) 非精密进近：非精密进近辅助设备为着陆飞机提供水平位置信息；(2) 精密进场和着陆：精密进场辅助设备为着陆中的飞行提供垂向和水平引导三维位置信息；(3) 进场失败：当驾驶员和空中交通管制员判定着陆不能安全进行时实施进场失败程序，即复飞。不同的航行阶段对导航性能有不同的要求，所用的导航系统也不一样。

(撰写：丁 群　审订：邱致和)

kongzhong jiaotong guanzhi xitong

**空中交通管制系统** air traffic control system (ATC) 一个分布在物理空间(空域、地域)中的由各种电子设备(雷达、通信、计算机、显示器等)，以及有关人员组成的人机系统。以管理空中飞机交通，达到避免空中飞机之间及飞机与地面障碍物之间发生碰撞，提高空域的利用率，确保飞机安全而有序地飞行。军用飞机与民用飞机在空中飞行密度越来越高，较大的机场每天有上千架次飞机起降，在一些空运枢纽城市有多个机场，有些繁忙的航线，飞机的飞行间隔只有 3～5 n mile (1n mile = 1.852 km)。尽管现代飞机装备有先进的仪表，但飞行员仍很难掌握飞机彼此之间的位置关系，飞机接近时危险时有发生，甚至由于仪表故障、气象变化或驾驶员疏漏等原因而发生飞行事故。为保证空中飞行安全，提高空间使用效率以及节省油料等，多年来，各国相继建设了大量空中交通管制系统。空中交通管制系统有三个基本要素：(1) 地空通信，保证飞机与地面管制中心之间的信息交互；(2) 飞机定位，靠空管雷达与机上应答器，随时自动掌握飞机在空中的位置；(3) 地面管制中心靠计算机系统进行信息处理和显示。随着通信技术、雷达技术、计算机技术的发展，空中交通管制系统也经历了以下的几个阶段：(1) 程序管制。依靠飞行员报告飞机的位置，由管制员调配飞机与飞机之间，飞机与障碍物之间的间隔，指挥飞机在空中飞行的管制方法。(2) 雷达管制。地面装备空管雷达，可自动识别飞机和测定飞机位置、高度(简称雷达情报)。管制员依靠雷达提供的上述情报，掌握空中飞行动态并对飞机实施雷达间隔配置，指挥飞机在空中飞行的一种管制方法。(3) 数据链管制。依靠目前的程序管制和雷达管制技术已经不能适应航空运输事业的飞速发展，出现以卫星数据链信息为基础的数据链管制。空中交通管制系统的发展方向是未来航行系统 (future air navigation system，FANS)。采用卫星定位，航行管制自动化、地面管制员和飞机驾驶员都将变成管理者，监视系统自动工作，只在关键时刻才进行人员干预。

(撰写：郑树人　审订：刘 兴)

kongzhong pingtai zhongji tongxin

**空中平台中继通信** air platform relay communication 利用大气层内的升空航空器作为中继平台转发无线电信号，在多个台(站)之间实现的通信。空中平台可以是飞机、直升机、无人机等重于空气的航空器，也可以是飞艇、系留气球等轻于空气的航空器。它是实现超视距、大范围通信的一种重要手段。近来出现的一种新的通信方式——平流层通信，即是本方式的一个重要分支。空中平台中继通信与卫星通信非常相似，尽管空中平台的高度为数百米至数十千米，比卫星低得多，但通信距离仍可达数十千米乃至上千千米。由于空中平台可重复使用，系统的组建和应用灵活方便，传输性能和经济性能十分优越，近年来引起人们广泛重视。在军事通信中，它既可作为常规的通信手段(如用作区域机动网中的空中转发通信系统)，又可用于应急通信(在紧急情况下替代遭破坏的常规远程通信手段)。

(撰写：赵 洪　审订：李振邦)

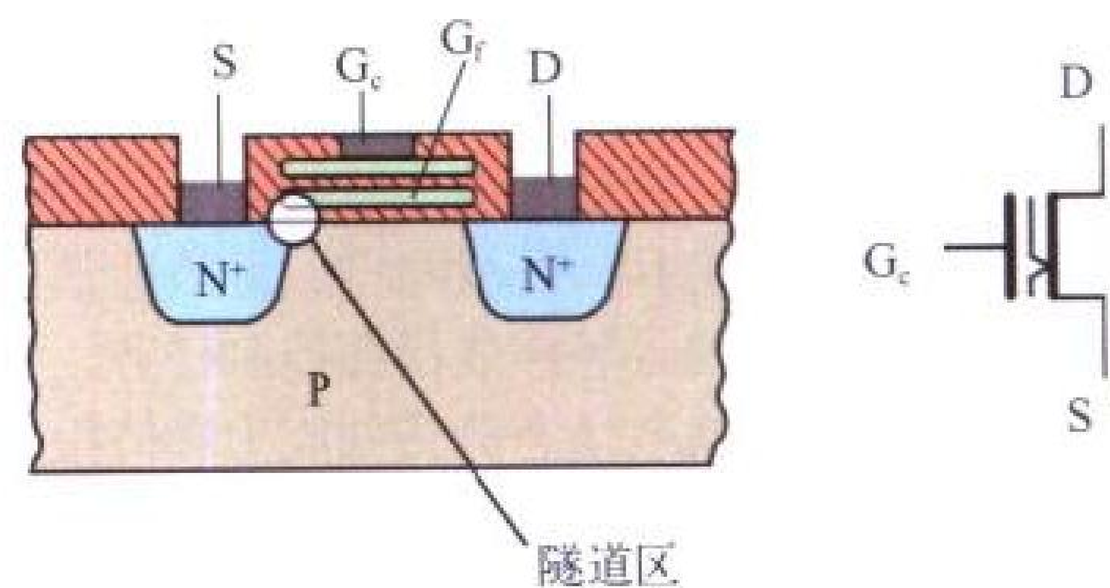
kongzhong zhongji wurenji cekong xitong

**空中中继无人机测控系统** UAV TT&C system using air relay 采用航空器(有人机、无人机、气球、飞艇等)作中继平台，实现对无人机的遥控、遥测和侦察信息传输的技术设施。用于中程无人机执行超视距任务飞行时的中继平台有直升机、无人机、气球等。系统由地面控制站设备、中继平台设备和无人机载设备等组成。地面控制站通过中继设备实现对任务无人机的中继测控。中继平台和任务无人机间采用定向天线，并通过数字引导和自跟踪方式确保天线波束彼此对准。系统中地面控制站至中继设备，再到无人机设备的通信链称为正向链(或前向链)，而反方向则称为反向链。链路中使用 4 种频率以避免干扰。传输信息量大时(如图像等)，通常采用信源编码和信道编码技术，以减小传输速率和提高抗干扰能力。

(撰写：文运丰　审订：周祥生)

kuaikeca biancheng zhidu cunchuqi

**快可擦编程只读存储器** flash erasable programmable read only memory (Flash EPROM) 又称快闪(速)存储器(flash memory)。一种采用单个叠栅 MOS 管结构存储单元，可在电路系统中用电气方法擦除和写入数据的只读存储器。这种存储器单元的叠栅 MOS 管剖面结构如图所示。它基于浮栅因电子雪崩注入而充电的情况下实现存储单元的写入操作，而擦除操作则是利用隧道效应使浮栅的电荷经隧道区释放来实现。Flash ROM 具有 EPROM 的结构特点和 EEPROM 的功能特点，它作为新一代 ROM，生产工艺简单、集成度高、功耗低，由于其性能和功能的优势使它在存储器中的作用和地位越来越重要，发展和应用前景广阔。




快闪存储器中的叠栅 MOS 管

(撰写：莫火石　审订：林金庭)

kuandai leida tianxian

**宽带雷达天线** wide band radar antenna 宽带雷达系统中辐射和接收电磁波的装置。宽带雷达是百分比带宽 $BW$ 较宽的宽带工作或宽带波形雷达。百分比带宽 $BW$ 可用下式表示

$$BW = \frac{2(f_H - f_L)}{f_H + f_L} \times 100\%$$

式中 $f_H$ 和 $f_L$ 分别是信号频谱的上边沿和下边沿。通常，定义信号频谱的边沿为功率频谱密度比频谱中心处密度低 3 dB

处的频率。通常认为 $1\% < BW < 25\%$ 属于宽带。宽带天线的基本特性参数是波瓣、极化、增益和阻抗等。天线的带宽则决定于所需的基本特性的要求。宽带雷达天线有两种基本带宽类型，即匹配带宽和波瓣带宽。匹配带宽是天线电压驻波比 VSWR 小于某一给定值，如 VSWR ≤ 1.5 时的带宽；波瓣带宽是波瓣性能如副瓣电平变化到某一给定值的带宽。可根据雷达系统要求，决定那种带宽更重要。宽带雷达天线的设计和分析根据电磁场的 Maxwell 方程进行。当 $BW$ 较大时，如 $BW > 20\%$ 需要将一般天线的稳态分析扩展到瞬态分析。（撰写：郑学誉　审订：方能航）

kuandai weibo danpian jicheng dianlu

**宽带微波单片集成电路**　wideband MMIC　频带宽度大于一个倍频程的单片集成电路。带宽为多个倍频程者为超宽带。宽带 MMIC 包括：宽带功率放大器、宽带低噪声放大器、宽带移相器、宽带衰减器以及宽带开关等。宽带电路的设计对有源器件及匹配元件的 CAD 模型的准确性提出了比一般电路更高的要求，要求在很宽的频率范围内有良好的电路匹配和补偿。对于移相器、衰减器及开关等控制类宽带电路，由于 MESFET 的模型相对简单一些，因而较容易实现宽带特性。而对于放大电路，由于 FET（包括 MESFET、PHEMT、HBT、BJT 等）的宽带模型较复杂，特别是对宽带功率放大，涉及到大信号工作及热效应，需对 FET 进行大信号建模，提取大信号参数以及进行大信号的匹配等，这些关键技术涉及到大栅宽或大发射极面积的器件设计，宽带 CAD 工具以及宽带功率测试等技术，因此难度较大。宽带放大电路通常采用的电路拓扑结构有无耗匹配放大、有耗匹配放大、反馈型放大、分布式放大（又称行波放大）、平衡式放大以及上述几种结构的混合形式。宽带 MMIC 在电子战装备、雷达、通信、电子测量仪器和光纤通信系统等领域应用广泛。（撰写：陈堂胜　审订：陈效建）

kuandai zonghe yewu shuziwang

**宽带综合业务数字网**　broadband intergrated services digital network (B-ISDN)　以 2048 kb/s 高速信道为基础实现综合业务的数字网。为了克服窄带 ISDN 的不足，国际电信联盟 (ITU-T) 从 1988 年开始研究能够支持现存和将来所有业务的网络，即所谓的宽带综合业务数字网络。宽带综合业务数字网提供容量非常大的通信信道，实现 4 个层次上的综合：综合接入、综合交换、综合传输和综合管理。它的核心技术是高效的传输、交换以及复用方式。ITU-T 已经明确将异步转移模式 (ATM) 作为宽带综合业务数字网的信息转移模式。其网络协议结构分成用户信息传输、控制信令和系统管理三个部分。其中，用户信息传输完成通信用户之间不同媒体信息在通信质量要求下的传送，控制信令完成用户通信的连接建立、维护和拆除，而系统管理则完成网络的性能监测、故障处理、系统配置等系统操作、维护和管理。宽带综合业务数字网将这些协议分成三个“面”，分别称为用户面、控制面和管理面。每个面又分成若干层，管理面相应又分成面管理和层管理两部分。（撰写：虞红芳　审订：李振邦）

kuanjindai bandaoti

**宽禁带半导体**　wide bandgap semiconductor　禁带宽度较大的半导体材料。它们具有宽禁带（$E_g$ 一般大于 2 eV）、高热导率、高击穿电压等特点，如 SiC、GaN 等。SiC 是 Ⅳ-Ⅳ 族化合物半导体，具有多种同素异构体，典型结构有两类：(1) 闪锌矿结构的立方晶型，称为 3 C-SiC 或 β-SiC；(2) 6H、4H、15R 等六角形或菱形结构，统称为 α-SiC，其中 6H-SiC 是稳定结构。它们的 $E_g$ 分别为 2.2 eV (3 C-SiC) 和 2.9 eV (6H-SiC)，器件可工作在 650℃ 的高温环境，并具有良好的抗辐射性能。它还具有高临界击穿场强、高电子迁移率、高热导率等特性，是制作高温、高频、大功率、抗辐照、短波长发光等微电子和光电子器件的理想材料。GaN 的 $E_g$ 为 3.4 eV，直接带隙，适于制作光电子器件。其击穿场强、热导率等也可与 SiC 比美，可用于制作微波功率放大器，高亮度蓝、绿光发光管、激光管，用于水下探测光源，GaN 紫外光电探测器在太空轨道上可用于监测紫外线强度。（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

kuanjindai bandaoti qijian

**宽禁带半导体器件**　wide bandgap semiconductor device　用禁带宽度为 2.2 ~ 6.0 eV 的半导体材料制成的半导体器件。在半导体能带结构中，导带最低点与价带最高点间的能量差称为禁带宽度。禁带宽度越大，本征激发的温度越高，器件的工作温度越高，抗辐照性能也越好。宽禁带是指大于目前广泛应用的 Ge、Si、GaAs、InP 等禁带宽度较窄（小于 2.2 eV）的半导体材料。目前研究最多的有 Ⅲ 族氮化物，Ⅱ-Ⅵ 族半导体以及 SiC、金刚石等。这些材料的禁带宽度分布于 2.0 ~ 6.0 eV 之间。其击穿电压高，热导率大，电子饱和漂移速度高，介电常数小，抗辐射能力强，良好的化学稳定性等独特的特性。在发光器件、高频大功率器件、高温微电子器件等方面的研究十分活跃且发展迅速。用 Ⅲ-N、Ⅱ-Ⅵ (ZnSe)、SiC 材料，已分别研制成功的器件有高效率的蓝绿光发光二极管、激光二极管、高温微波高功率异质结场效应器件、冷阴极发射以及紫外光探测器等。（撰写：曹春海　审订：林金庭）

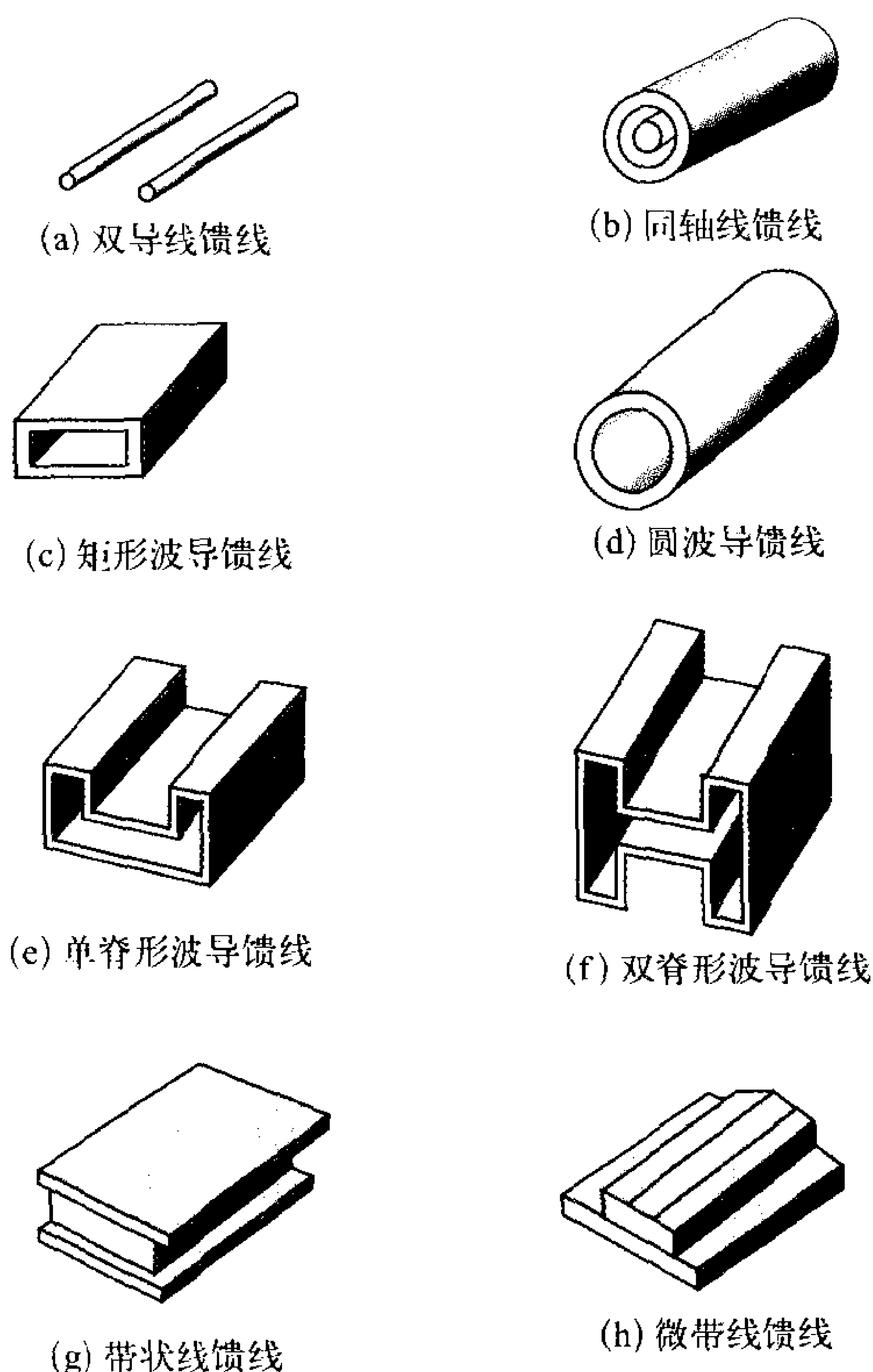
kuanpindai tianxian

**宽频带天线**　broad band antenna　一般指最高与最低工作频率之比达数倍以上的天线。主要用于宽频带通信系统中，如扩频通信。天线的工作频带宽度受阻抗特性、方向特性、极化特性和增益特性等因素的影响。对于具有谐振性质的天线，可以采用增加辐射体粗度（如做成锥形、笼形或平板形）或采用加载（如阻容加载、利用寄生元）等办法来适当增大带宽，但要实现数倍频程的带宽还是很困难的。为设计宽带天线，可采用以下办法：(1) 选择行波类型的天线，由于天线上存在行波，工作频率改变时，其输入阻抗近似不变，可实现宽阻抗带宽。如菱形天线，轴向模螺旋天线，前者端接匹配负载，后者天线末端反射不大，主辐射区主要是行波成分。(2) 利用互补（或自补）概念，当缝隙与金属面构成互补关系后，则其输入阻抗（设分别为 $Z_1$ 和 $Z_2$）具有 $Z_1Z_2 = (60\pi)^2$ 的关系，其值与频率无关。如等角螺旋天线，可达到 8∶1 以上的带宽。(3) 应用角度和相似性概念，若天线的形状仅取决于角度，则频率变化后，角度并不随之变化，按照相似性原理，若天线尺寸以任意电比例尺变化后仍保持其原来的结构，则称为自相似结构，它的电性能与频率无关。按此设计的典型天线为对数周期天线，已成功地应用在 15∶1 的频程范围内。不管从哪一角度来设计宽带天线，必须要求其终端

效应弱，因为天线的几何尺寸总是有限的，终端效应将起破坏作用。（撰写：周朝栋　审订：李振邦）

kuixian

**馈线**　feed line 又称射频传输线，是天线与接收机和发射机之间的射频连线，主要任务是把发射机发出的电磁能量送给天线，再由天线辐射到指定空间，或者把从天线接收到的射频信号送往接收机进行信号处理。最简单的、最常用的馈线是双线、波导和同轴线。各种类型的馈线如图所示。对馈线要求的主要技术指标有：功率容量、频率范围、驻波比、密封性能、受天线转动的影响，以及机械强度等。

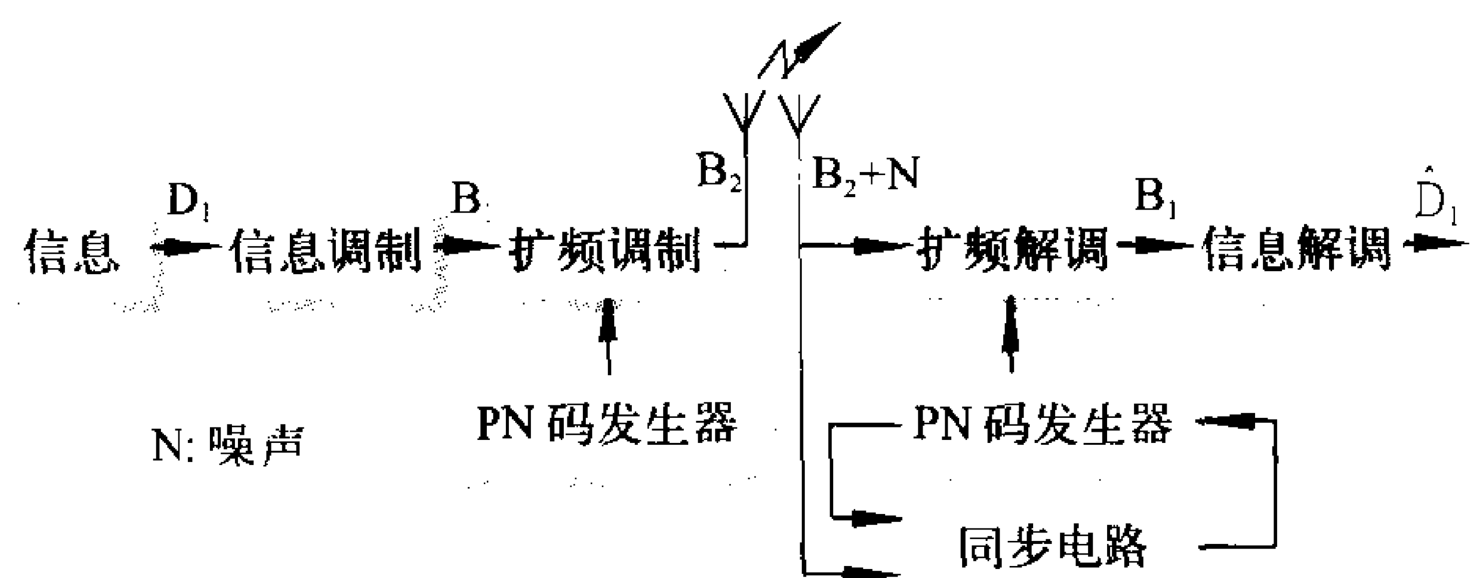



各种类型的馈线

（撰写：赵玉洁　审订：殷连生）

kuopin tongxin

**扩频通信**　spread spectrum communication 传输信息时所用的信号带宽远远大于被传送信息的带宽，并且展宽频带是用独立于被传输信息的编码信号（伪随机码）来完成的系统。扩频通信的基本类型有：⑴ 直接序列扩频，简称直扩 (DS)。典型的直扩系统如图所示。要传送的信息 $D_1$ 调制后再经伪随机码 (PN 码)进行扩频调制，由于 PN 码速率远远大于 $D_1$ 的速率、因而发送信号的频宽 $B_2$ 远远大于 $D_1$ 的频宽 $B_1$。接收时，与发送完全一样的本地 PN 码与发端 PN 码同步后进行扩频解扩，从而恢复发送信号。⑵ 跳频 (FH)，信号的载频受 PN 码的控制，快速在一个频段内跳变，跳变的频率范围远远大于要传输信息的频宽。⑶ 跳时 (TH)，把每个信息码元划分成若干个时隙，信息受 PN 码的控制，以突发的方式随机占用其中的一个时隙进行传输。⑷ 混合扩频，几种不同的方式混合应用，如直扩与跳频的结合 (DS / FH)。扩频通信具有抗干扰、抗截获、抗多径衰落、可多址复用、保密和高精度测距等优点，广泛地应用于军事通信和民用移动通信中。




直扩系统基本结构

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

kuopin tongxin zhuanyong dianlu

**扩频通信专用电路**　ASIC for spread spectrum communications　专为扩频通信设备设计生产的集成电路。扩频通信体制具有截获率低、抗干扰能力强的特点，这些特点满足了军事通信机密安全的要求。军事应用的特殊背景导致扩频通信设备的核心部件尽可能采用专用集成电路 (ASIC)。VLSI 技术的长足进步和信息化社会对移动通信的旺盛需求促使人们从另一个角度看待扩频通信体制的技术特色。扩频通信系统邻近用户相互干扰小，频谱利用率高，鉴于频谱资源日趋紧缺和通信质量要求日益提高两个方面的原因，第三代移动通信系统将采用扩频及码分多址体制。为满足军事通信的特殊需求，并看好商用通信的市场前景，当前扩频通信专用电路的研制开发活动十分活跃。常用的扩频通信技术主要有两类，一类为直接序列扩频 (DS)，另一类为跳频 (HF)。支持前者的 ASIC 包含发射端的数字 QPSK 或 BPSK 调制、扩频调制及伪随机码调制等一系列调制电路及接收端相应的解扩及解调电路；支持后者的则是快速的捷变频合成器。以上电路当前均采用 Si CMOS 工艺制作。

（撰写：李涵秋　审订：林金庭）

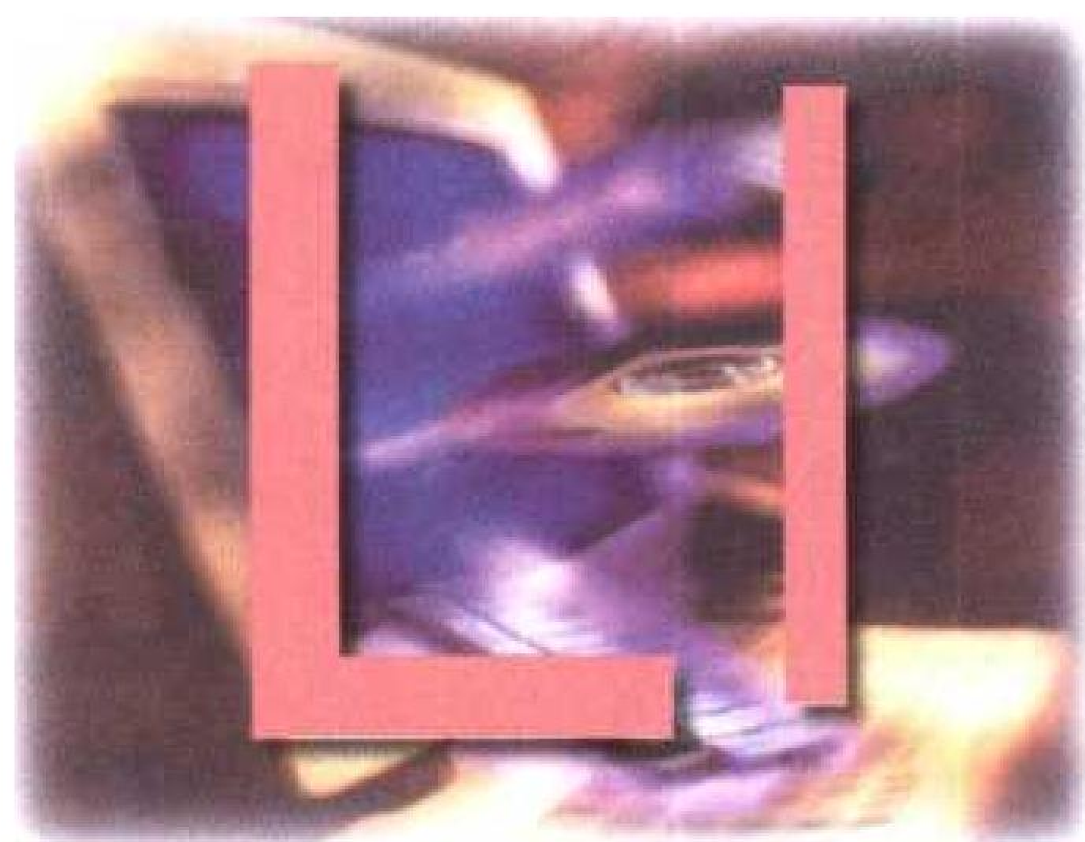
kuopu leida

**扩谱雷达**　spread spectrum radar　发射扩展频谱信号的雷达。它的调制信号在扩谱信号作用下，使雷达射频信号的带宽展宽，其带宽由扩谱信号所确定，它比未扩谱的雷达射频信号带宽大得多。由于扩谱信号的作用，使发射的射频信号能量扩散，降低了发射信号的功率谱密度，从而也降低了电子侦察发现这种信号的概率。它必须采用相关接收进行解扩。在解扩过程中，将扩展的雷达信号能量集中，同时将落在扩谱信号带宽内的窄带干扰能量减小，从而提高了信号干扰比。扩谱雷达的性能与处理增益有关。处理增益 $G_p$ 为扩谱后雷达信号带宽 $B_{bs}$ 与扩谱前雷达信号带宽 $B_{ss}$ 之比，即

$$G_p = \frac{B_{ss}}{B_{bs}}$$

扩谱方式有直接序列、跳频、跳时、脉冲线性调频以及它们的混合。扩谱雷达的测距性能由扩谱信号的参数所决定。扩谱雷达是目前具有良好的低截获和抗干扰能力的雷达。

（撰写：孙锦涛　审订：刘国岁）



Linux caozuo xitong

**Linux 操作系统** Linux operating system 由芬兰人 Linus Toyvalds 开发的一种支持多任务的 32 位 Unix 兼容操作系统。目前，Linus Tovalds 负责核心开发和维护，其他组织和商业公司负责将核心和应用程序整合并发布。当前的 Linux 版本很多，较流行的是 RedHat、Slackware、Debian 等。Linux 是一个多任务和真正的 32 位操作系统，符合 IEEE POSIX.1 标准，系统内核的代码均为自由代码，支持 X Windows 系统和 TCP/IP 协议；支持虚存管理和共享库；支持多种文件系统；具有 GNU（自由免费软件基金会编程工具）软件的广泛支持，可运行于多种硬件平台。Linux 操作系统逐渐成为 PC 机平台上的主流的 Unix 类的操作系统之一。一些软件厂商根据用户需要和自身的技术特长，将 Linux 与外部实用程序整合，推出了不同的发行版本，典型的有 Red Hat Linux、Caldera Open Linux、Turbo Linux 等。我国在 1999 年 8 月也推出了具有自主知识产权的红旗 Linux V1.0，并相继开发了在服务器、台式机和嵌入式设备上运行的产品系列。 （撰写：张 激 施 刚 审订：瞿兆荣）

LISP yuyan

**LISP 语言** LISP language 一种表处理语言，全名为 LISP Processing Language。最初的版本在 20 世纪 50 年代末由美国麻省理工学院的 John McCarthy 设计，其理论基础是 λ 演算，以可变长度的表和树作为基本数据类型。LISP 语言的程序由一些函数组成。函数的构造和数学上递归函数的构造方法类似，即从几个基本函数出发，通过一定的方法构造出新的函数。LISP 语言也是最早的函数式程序设计语言之一，现已广泛地应用于人工智能领域。

（撰写：黄林鹏 孙永强 修订：张晓先 审订：瞿兆荣）

lanlü jiguang tongxin

**蓝绿激光通信** blue-green laser communication 采用波长为 0.47 ~ 0.54 μm 的激光光波作为通信载波的激光无线通信。它主要应用于信道为海水的水下激光通信。由于该激光波段是蓝绿色可见光，故称蓝绿激光通信。由于蓝绿光在水下传播衰减量仅为每千米零点几分贝，所以是十分理想的海水激光传播波长，这个波段又称"水中窗口"。目前蓝绿激光通信系统采用的激光源多为半导体泵浦激光，波长为 1.06 μm 的固体激光器（Nd：YAG），经过倍频后可获得 0.53 μm 的蓝绿光。水下通信主要是针对潜艇间的通信，由于海水信道的随机吸收和前向、后向散射影响严重，采用光、电微弱信号的处理技术（例如窄带的原子滤光器或滤光片等）是实现蓝绿激光的水下通信的关键技术。采用蓝绿激光的水下通信可以克服水下潜艇通信中原采用的超长波通信码率低、其高频保密性差的缺点。

（撰写：胡 渝 审订：李振邦）

lanya tongxin

**蓝牙通信** bluetooth communication 近距离（一般小于 10 m）的一群电子设备相互联通的无线电通信网。因为覆盖范围很小，故又称微微网络（piconet）。在现实世界内，电子设备名目繁多，厂商不一，过去它们之间的连接与通信均是靠有线电缆，且标准不统一，给系统集成带来很大不便。20 世纪 90 年代末，世界上五大电子厂商，Ericsson、IBM、Intel、Nokia 和 Toshiba，组成专门兴趣组 SIG 试图用无线解决这些问题。由于难点在于用一种无线连接和通信标准统一过去那些不统一的有线连接和通信过程，这一点类似于 10 世纪斯堪的纳维亚国王 Harald Bluetooth 统一几个不驯服国王的情况，所以 SIG 又称这种通信为蓝牙技术。1999 年 12 月 1 日，3Com、Lucent、Microsoft 和 Motorola 也参加作为发起者。从网络形式讲，它是依特定形式连接各个电子设备，不要求预先定义和计划。一个微微网可容纳 2 ~ 8 个电子设备，每个设备可同等地访问其他设备。几个微微网还可形成更大的散布网，每个微微网具有独立性。每个微微网内有一个主单元，用它的时钟和跳序同步其他单元。微微网的介质访问地址为 3 个比特，用以区分其所属 8 个单元。如果与主单元同步但没有 MAC 地址，则称之为停靠单元。为了省电，任一单元可处于监听保持模式。从传输技术讲，基带规程（每线的单通道）组合电路和分组交换，可以支持各种业务，连接各种电子设备。为保证分组不失序，同步分组保留多至 5 个时隙，每个分组使用不同的跳信号，电路交换可异步或同步。一个通道可支持三个同步（话音）数据，或一个同步和一个异步数据通道。同步通道速率为 64 kb/s。异步通道单向为 721 kb/s，反向为 57.6 kb/s。异步连接可支持双向 432 kb/s。无线电工作频率选在无须许可的工业、科学、医药（ISM）频段及 2.4 GHz。天线为全向天线，在近距离内，可穿过墙或包装，不需设备相互定向。为了抗干扰及安全，采用每秒 1600 次跳频，在 2.402～2.480 GHz 范围内间距为 1MHz 的 79 个频点上随机跳跃。空中数据率每秒 1M 字节，包括字头。通过时分多路实现全双工。除此之外，还包括加密及认证等安全措施。加密可采用 1 b、40 b 和 64 b 长度的密钥。如果认为安全级别不够，还可以单独采用安全软件。蓝牙技术是充分灵活的，同一标准可以适应各种情况，具有广泛应用价值。 （撰写：李振邦 审订：程 蝉）

leichang tance leida

**雷场探测雷达** radar for detecting mines 用于探测地下或散布于地表的各种地雷及其分布的雷达。由于地雷目标尺寸小、地物杂波强，因此地雷探测雷达应具有很高的距离分辨率和目标识别能力，故应采用宽带或超宽带雷达信号。用于地雷探测的雷达有以下几种：(1) 冲击雷达（参见冲击雷达）。(2) 宽带或超宽带雷达。产生宽带或超宽带信号的方式有两种：一是采用宽带线性频率调制（LFM）的信号，二是采用窄脉冲调制的正弦信号，如当窄脉冲宽度等于或小于 4 个信号周期时，该脉冲信号的瞬时带宽便大于或等于中心频率的 25%，这类信号称为超宽带信号，具有很高的测距分辨率。

(3) 谐波雷达（参见谐波雷达）。除了上述几种主动雷达外，目前试验用于雷场探测的雷达技术还有：(1) 机载（如直升机载）米波雷达，利用米波雷达信号波长对地渗透性好以及其与分散的由多个金属地雷形成的网格之间的谐振来探测地雷；(2) 利用地雷本身的微波热辐射进行探测的毫米波无源探测雷达，这类无源探测雷达还可以与有源的毫米波照射器结合使用，提高雷场探测的准确性。

（撰写：张光义　审订：王福如）

leida celiang jingdu

**雷达测量精度** radar measurement precision　描述雷达对目标进行测量的误差性能，测量精度指雷达运行中测量参数的误差范围。雷达的主要测量参数包括信号时延（目标距离）、信号回波到达角（目标角度坐标）、信号多普勒频率（目标径向速度）、信号幅度（目标的雷达截面积）等。基于雷达-目标测量通道的描述，测量误差可分为与目标相关、与传播相关、与雷达相关以及与平台相关的四类误差。基于时间变化的描述，测量误差可分为系统偏差和随机误差（慢变或快变）。随机误差可通过数据积累来减少，系统偏差可通过适当的系统校准来减少。　（撰写：张亚朋　审订：黄为倬）

leida dijiao genzong jishu

**雷达低角跟踪技术** radar low angle track technology　雷达在低仰角跟踪目标时，波束打在地面上，目标的散射信号通过直射路径和地面反射路径进入雷达天线，使雷达的跟踪误差增大，有时使跟踪变得不稳定，甚至丢失目标，这就是多路径效应。减少或清除这种多路径效应对跟踪系统影响的技术，就是雷达低角跟踪技术。通用的低角跟踪技术有：(1) 重滤波技术，由于多路径的影响，雷达的角误差信号随目标距离的变化有很大的起伏，大时间常数滤波器可以减少这种影响；(2) 毫米波雷达，对毫米波，地面就变得相对粗糙，不再是镜面反射，因而多路径效应也就减弱，波长愈短，效果愈好；(3) 光电跟踪，对红外和电视跟踪器，多路径效应可以忽略；(4) 超宽带技术，当雷达捷变频的带宽或瞬时频谱宽度超过 $B$ 值（$B = Rc/4h_rh_t$　式中 $R$ 为目标的距离；$c$ 为光速；$h_r$ 为雷达天线架高；$h_t$ 为目标高度），对接收的独立误差值进行平均，就可以减少多路径误差。一种很有发展前景的高距离分辨技术是利用直接回波和反射回波的路径时差 $\Delta T$（$\Delta T = 2h_th_r/Rc$），雷达的距离分辨率小于 $\Delta T$ 值，相应的距离差就可以将二者分离，清除多路径的影响。其他的低角跟踪技术，如双零点技术、复角技术、偏轴单脉冲技术、三波束技术等，在理论环境模型中，可以获得较好的效果，但在实际应用中，由于地面情况的复杂多变，使效果恶化。所以这类技术的应用，尚须解决对环境的自适应能力。

（撰写：张锡熊　审订：王松山）

leida duikang

**雷达对抗** radar countermeasure　为削弱、破坏敌方雷达的使用效能所采取的措施和行动的总称。雷达对抗是电子对抗的重要分支，主要包括雷达对抗侦察、雷达干扰和反辐射摧毁等内容。雷达对抗侦察是利用各种平台上的雷达对抗侦察设备，通过对敌雷达辐射信号的截获、测量、分析、识别及定位，获取技术参数及位置、类型、部署等情报，为制定雷达对抗作战计划、研究雷达对抗战术技术和发展雷达对抗装备提供依据。雷达对抗侦察分为雷达对抗情报侦察和雷达对抗支援侦察。雷达对抗情报侦察是通过对敌雷达长期或定期的侦察监视，对敌雷达信号特征参数的精确测量和分析、以提供全面的敌雷达的情报。雷达对抗支援侦察主要用于战时对当面之敌的雷达进行侦察，通过截获、测量和识别，判定敌雷达的型号和威胁等级，直接为作战指挥、雷达干扰、火力摧毁和机动规避等提供实时情报。雷达告警是一种支援侦察，多用于飞机、舰艇对威胁雷达实时告警，以便采取对抗措施。雷达干扰是利用平台上的雷达干扰设备和无源干扰器材，通过辐射、反射、散射和吸收电磁能量的方法来破坏或降低敌雷达的使用效能，使其不能正常探测或跟踪目标。雷达干扰是雷达对抗中的进攻手段，按战术使用方法，分为支援干扰和自卫干扰。按干扰产生原理，分为有源雷达干扰和无源雷达干扰。按干扰作用性质，分为压制性雷达干扰和欺骗性雷达干扰。反辐射摧毁是对雷达进行被动跟踪，并引导反辐射飞行器攻击、摧毁雷达。

雷达对抗的发展趋势是：发展对新体制雷达的侦察干扰技术；发展精密定位技术和对雷达信号细微特征的分析技术；雷达对抗设备将向一体化、智能化、通用化、模块化和系列化发展；在作战应用上将向雷达干扰（软杀伤）与反辐射武器攻击（硬摧毁）相结合的软硬杀伤一体化方向发展。

（撰写：朱松　审订：吕连元）

leida duikang zhencha

**雷达对抗侦察** radar countermeasure reconnaissance　搜索、截获敌方雷达辐射的电磁信号，经过分析识别从中获取战术技术参数及位置数据等情报的活动，是电子对抗侦察的重要分支。雷达对抗侦察的基本功能是：截获、提取雷达信号的载频、调制波形、脉冲宽度、脉冲重复频率、信号强度、信号到达时间、信号到达方向及雷达天线极化方式、波束宽度、扫描方式和扫描速率等雷达特征参数和位置参数，并进行分析处理，查明敌方雷达的类型、用途、配置等情况。雷达对抗侦察是搜集技术情报和军事情报的一种重要手段，从所获取的情报中可推断敌方雷达的技术水平、发展趋势，以及敌军的部署、武器系统配系、威胁程度和行动企图等。雷达对抗侦察所获取的实时信息是遂行雷达对抗的基础。雷达对抗侦察按任务和用途可分为两大类：(1) 雷达对抗情报侦察是利用电子侦察卫星、电子侦察飞机、电子侦察船或地面雷达侦察站，对敌方现役的或潜在的雷达进行长期或定期的侦察，收集积累有关雷达的技术情报和军事情报，为雷达对抗数据库提供准确的数据，为己方制定电子对抗对策和发展雷达对抗装备提供依据。(2) 雷达对抗支援侦察用于战时对敌雷达遂行侦察，查明威胁雷达或雷达控制的武器系统状态，为指挥员判断决策提供依据，同时也用于威胁告警、引导控制干扰设备实施干扰或为武器系统指示目标位置。雷达对抗侦察具有侦察距离远，工作隐蔽性好，获取信息量大等特点，但侦察活动依赖于敌方雷达发射的信号，如敌方采用雷达“静默”战术，就难以发现目标。

（撰写：王新益　修订：朱松　审订：吕连元）

leida duopule pinlü fenbianlü

**雷达多普勒频率分辨率** radar Doppler frequency resolution　雷达在多普勒频率域从毗邻目标的回波中，区分出各个目标的能力，亦即雷达对目标的径向速度分辨率，俗称雷达速度分辨率。通常以能区分出在同一距离、高度、方位、同样回波信号强度的二目标所需的目标回波间最小多普勒频

率差别来表示雷达的多普勒频率分辨率。雷达多普勒频率分辨率 $\Delta f_d$ 与雷达对目标回波可实现的相参积累时间 $T$ 有密切关系，$\Delta f_d$ 基本上等于 $1/T$。由于目标回波的多普勒频率 $f_d = 2v/\lambda$，$v$ 为目标相对雷达的径向速度，$\lambda$ 为雷达工作波长，可获得的雷达径向速度分辨率 $\Delta v$ 为 $\lambda/2T$。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

leida fasheji

**雷达发射机** radar transmitter　雷达中产生合乎要求的大功率射频信号的设备。雷达发射机有两类基本结构：功率振荡型和功率放大型。根据选用的功率器件和电路技术，雷达发射机有真空管发射机和固态发射机两大类。从向雷达天线馈电方式看有集总式、子阵式、单元式之分。真空管发射机一般以所用大功率发射管来命名。随着功率半导体技术的发展，固态发射机成为真空管发射机的竞争对手。雷达发射机是影响雷达性能的重要因素。它的体积、重量、耗电量和成本在任一雷达系统中都占很大比例。雷达发射机的特征参量有功率、带宽、增益、效率、波形、信号保真度和稳定度、寄生输出电平、可靠性、可维修性、体积、重量和价格等。此外还应当贯彻国军标对电磁兼容性和频谱管理等有关规定。

（撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍）

leida faxian gailü

**雷达发现概率** radar detection probability　当雷达接收机输入端实际存在目标信号时，根据接收机输出，将信号正确地判断为目标信号的概率。典型的雷达发现概率可表示为“单个脉冲”发现概率、“单次扫描”发现概率或“累积”发现概率。雷达发现概率常用 $P_d$ 表示。对于监视雷达，在 $N$ 次连续扫描中至少有一次发现目标的概率叫做累积发现概率。同发现概率相关联的是虚警概率，这取决于检测准则和雷达接收机本身的噪声电平及其收到的外界干扰与杂波的电平。对于一个给定的接收系统，当检测门限电平降低时，发现概率增加，但同时也增加了虚警概率；反之，若门限电平抬高，则两种概率均降低。在背景干扰的统计特性确定的情况下，对于一个给定的门限电平，就可以计算出前两种概率。最简单的情况是噪声为随机高斯噪声，信号加噪声的包络服从赖斯分布，通过相应的公式即可计算出其发现概率。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

leida fandianzi duikang jishu

**雷达反电子对抗技术** radar counter electronic countermeasures (ECCM) technology　又称雷达电子反对抗技术。在电子战争中，使己方雷达能最大限度地利用电磁频谱的技术。电子反对抗主要包括反干扰和反辐射导弹两方面内容。宽频带、低的天线旁瓣、大的接收机动态范围，以及复杂的发射波形，即时间、空间、频率等参数的高选择性和分辨率，是保证和提高雷达抗干扰能力的基础。采用宽频带频率捷变，大的发射信号平均功率，高增益发射天线，尽可能低的接收天线旁瓣，在方位上和仰角上高角度分辨率的接收天线，具有抑制连续型干扰的包括旁瓣对消器 (SLC) 在内的自适应天线，以及某些非线性处理措施，都是在电子战中对付不同类型噪声干扰（如最难抑制的、熵值最高的高斯噪声扰乱性干扰）的重要技术。但是单部雷达的抗干扰能力有限，用多种不同频段雷达组成雷达网，可迫使干扰功率分散于雷达网的广阔的频率范围内，从而降低了干扰谱密度的强度，并可充分发挥网内雷达在频域、空域等方面抗干扰技术的综合能力，是非常必要的抗干扰措施。对于有源欺骗干扰，雷达采用随机变化的参数（如脉冲宽度、重复周期、波束扫描等），复杂的宽带发射波形，利用目标回波与干扰信号间在形状、相关性、延时、到达角、速度、加速度等方面的差别都是有助于识别欺骗干扰的措施。空域过滤、频域滤波、高距离分辨率、自动目标识别技术等是抑制金属丝状偶极子等无源干扰和诱饵性假目标的手段。抗反辐射导弹技术是一项雷达和电子欺骗相结合的综合技术，采用具有低被截获概率的宽带雷达信号，低发射天线副瓣，设置雷达诱饵等是抗反辐射导弹的重要措施，雷达电子反对抗技术和电子对抗技术均将在电子战的较量中不断发展。（撰写：黄为倬　审订：张光义）

leida fangcheng

**雷达方程** radar range equation　用于计算雷达在各种工作模式（搜索、跟踪、信标、成像、抗干扰、杂波抑制等）下的最大作用距离的方程式。它是根据已知雷达参数、传播路径、目标特性和所要求的检测与测量性能来计算雷达的最大距离的基本数学关系式，对作为检测和测量设备的雷达进行性能预计。它与雷达参数（如发射功率、接收机噪声系数、天线增益、波长等）、目标特性（如目标的雷达截面积等）和传播性能（如大气衰减、反射等）有关。典型的最大检测距离 $R_m$ 的基本关系式为

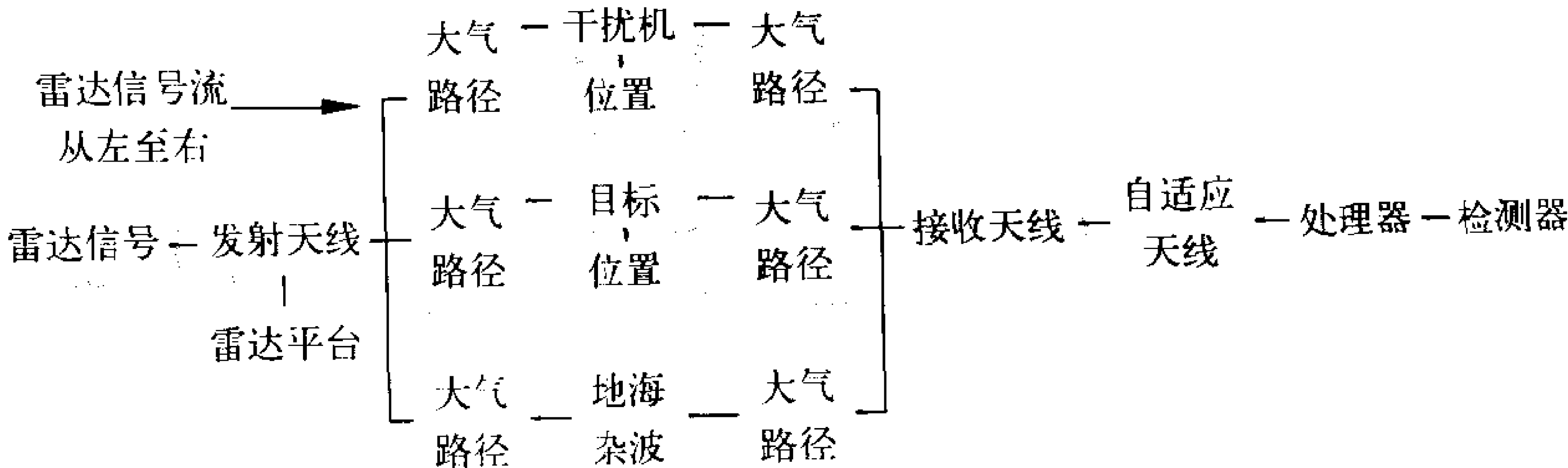
$$R_m^4 = \frac{P_{av}\, t_f\, G_t\, G_r\, \lambda^2\, \sigma F^4}{(4\pi)^3\, K\, T_s\, D(n)\, L_t\, L_a}$$

式中 $P_{av}$ 为平均发射功率；$t_f$ 为相参处理时间；$G_t$ 为天线发射增益；$G_r$ 为天线接收增益；$\sigma$ 为目标的雷达截面积；$\lambda$ 为发射电磁波波长；$F$ 为天线方向图传播因子；$K$ 为玻耳兹曼常数；$T_s$ 为系统输入噪声温度；$D(n)$ 为 $n$ 个脉冲或采样积累的有效检测因子；$L_t$ 为发射传输损耗；$L_a$ 为双程大气衰减。根据不同的雷达工作模式和用途，考虑到其他相关因素，由基本方程可以变换成各种相应的雷达方程。

（撰写：张亚朋　审订：黄为倬）

leida fangzhen jishu

**雷达仿真技术** radar simulation technology　使用计算机和软件对雷达系统和分系统的设备及工作方式进行模拟，并对其性能作出评估的技术。雷达仿真是雷达设计、分系统调试、系统调试、系统软件优化的有用工具，能在雷达研制之前及研制过程中，对系统性能进行预估。仿真软件应包括多种设计选择，对每个分系统，可以选择不同的模型（见图），并能产生雷达的信号波形、目标模型、杂波和干扰环境以及

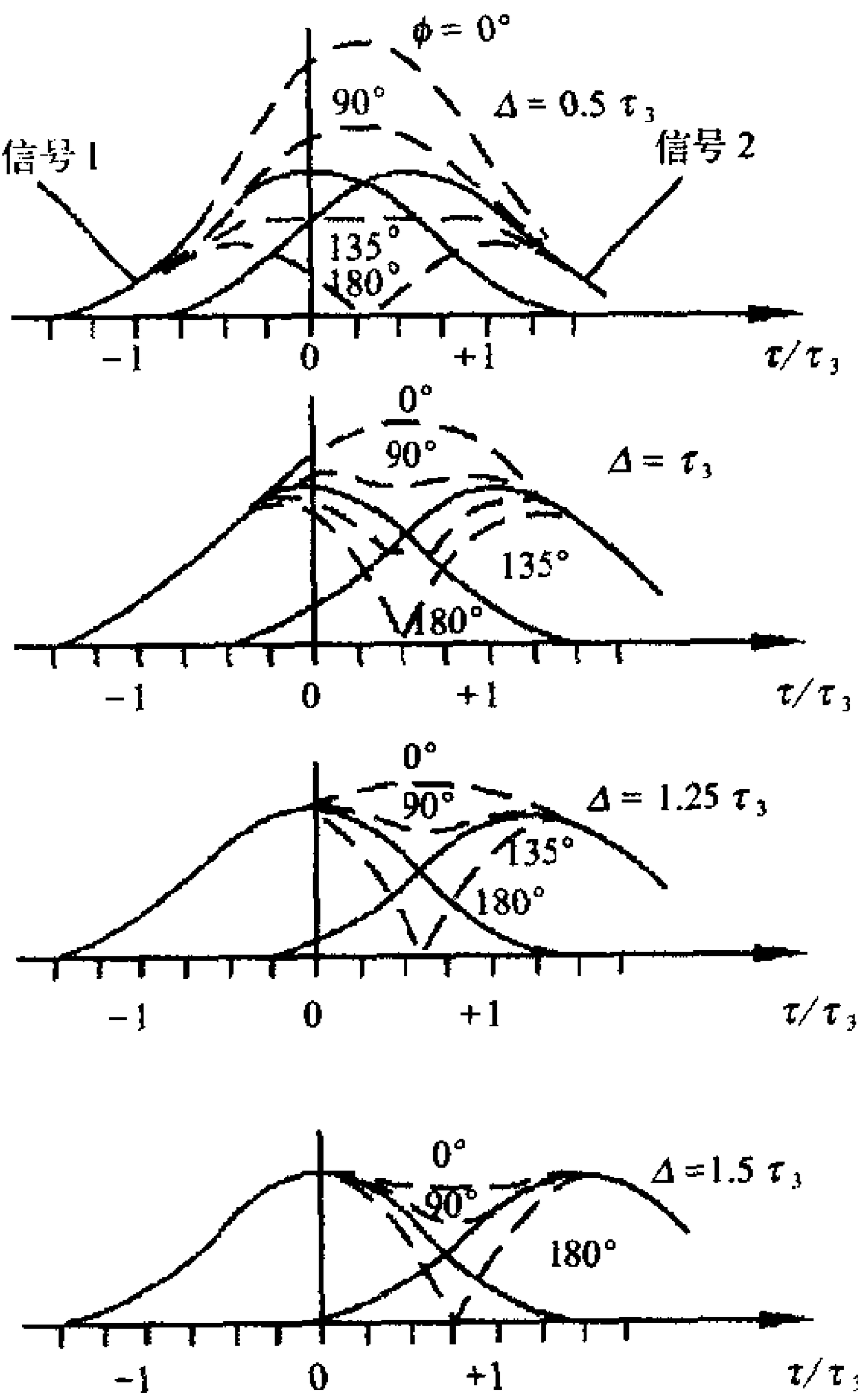



雷达仿真模型框图

各种原始数据。其中最难的是设计选择，需要建立最佳的专家系统，随着自然和人为干扰环境日益复杂，雷达面临愈来愈高的需求指标，使雷达功能趋于复杂化，从早期设计到阵地调试、外场试验、数据分析，都存在雷达性能评估的需求，通过仿真进行评估，必须开发相应的一整套仿真软件工具。（撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

leida fenbianlü

**雷达分辨率** radar resolution　雷达从毗邻目标的回波中，区分出各个目标信号的能力。雷达区分目标的能力，由目标在距离、方位、高度、速度等四维坐标中的雷达信号响应来体现。根据目标间相对关系的不同，二目标在特定维坐标中的位置间隔，需等于或大于此维中雷达信号响应半功率点间的宽度时，方可清楚地观测出二目标各自信号的峰值，从而区分出二目标，如图所示。在特定维中，以能满足区分目标条件的二目标间位置的最小间隔值，作为此维中雷达分辨率的数字度量值。分辨率的数字度量值主要由雷达设备的设计参数确定。雷达的典型分辨率分为径向距离（时间）分辨率、角度分辨率、多普勒频率分辨率。由此三种分辨率，结合雷达与其他方面的参数，可计算出高度分辨率、横向距离分辨率、$x$ 与 $y$ 方向分辨率、径向速度分辨率、地面距离分辨率、距离—多普勒的联合分辨率等。




间隔为Δ、射频相位差为φ的毗邻目标的分辨率

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

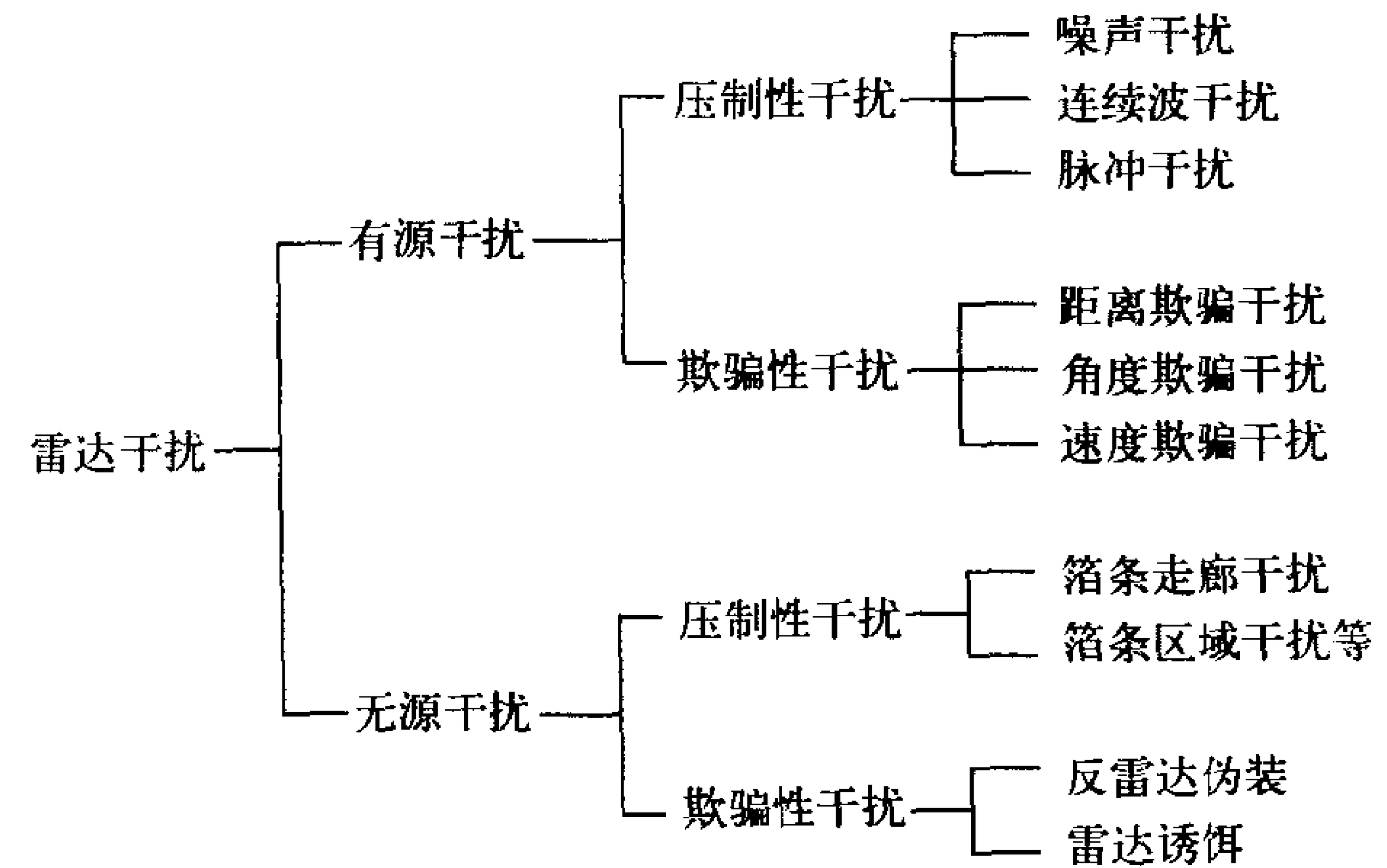
leida fugai kongyu

**雷达覆盖空域** radar coverage　用立体角和斜向距离界定的雷达能满足其任务的三度空间范围空域。对不同类型的雷达，描述这一区域的质量内涵不尽相同。对于只完成探测任务的雷达可用发现概率和虚警概率来描述。对担负探测和跟踪任务的雷达还应加上分辨率和测量精度。对担负目标识别任务的雷达，则正确与错误识别概率更为重要。覆盖空域是雷达的一项重要技术性能和设计指标，在以方位角 $\theta_{A1}\theta_{A2}$ 范围和高低角 $\theta_{e1}\theta_{e2}$ 范围，表示的雷达可探测的立体角域 $(\theta_{A1}-\theta_{A2})(\sin\theta_{e1}\sin\theta_{e2})$ 内，根据目标运动的轨迹，雷达对目标需探测的斜向距离往往应随高低角变化而不同。最方便而直观全面地对雷达覆盖空域的描述，是根据需要采用的二维或三维雷达威力图（参见雷达威力图）。覆盖空域的内涵，除上述的几何内容外，还包括与执行任务有关的条件，如目标的雷达截面积与其起伏类型、对雷达的目标检测概率和虚警概率的最低要求等。实际上雷达的覆盖空域，还受雷达阵地附近的地理条件、探测空域的气象条件以及工业干扰、自然界的影响、敌人的电子对抗等人为的电磁波环境的影响，这些均可通过检测及估算，予以明确。

（撰写：黄为倬　审订：王福如）

leida ganrao

**雷达干扰** radar jamming　利用雷达干扰设备或器材辐射、反射（散射）或吸收电磁能，削弱或破坏敌方雷达对目标的探测和跟踪能力的一种战术技术措施。雷达干扰按产生干扰的原理分为有源雷达干扰和无源雷达干扰，如图所示。有源雷达干扰是使用雷达干扰设备辐射或转发干扰电磁波，使雷达不能正常发挥效能。无源雷达干扰是使用本身不产生电磁辐射的器材散射、反射或吸收敌方雷达辐射的电磁波，从而阻碍雷达对真目标的探测或使其产生错误跟踪。按干扰的性质可分为压制性雷达干扰和欺骗性雷达干扰。压制性雷达干扰是以强烈的干扰使雷达不能发现目标或者使雷达信号处理设备饱和，难以获取目标信息，利用干扰设备或无源干扰器材都可以产生压制性干扰。欺骗性雷达干扰是模拟目标的回波特性，使雷达得到虚假的目标信息，作出错误判断或增大雷达自动跟踪系统的误差。欺骗性雷达干扰也可以采用有源或无源的方法产生。




雷达干扰的分类

（撰写：王殿勇　修订：王　燕　审订：索以宾）

leida gaodubiao

**雷达高度表** radar altimeter　应用雷达测距原理测量飞行器高度的无线电设备。它装在飞行器上测量和显示飞行器离地面的相对高度。测量高度低于 3000 m 的常称为低高度表，高于 3000 m 的常称为高高度表。雷达高度表使用中心频率约 1600 MHz 和 4300 MHz 的两个频段，信号波形分为调频连续波和脉冲波两类。调频连续波高度表使用三角波线性调频或锯齿波线性调频信号。脉冲高度表使用短脉冲和脉冲压缩两种信号。短脉冲高度表使用没有脉内调制的窄脉冲信号，在低高度时脉冲宽度为数十纳秒，在高高度时脉冲宽度为数微秒。脉冲压缩高度表使用有脉内调制的宽脉冲信号，常用的调制为线性调频和相移键控（PSK）。脉冲压缩高度表测量高度时具有高的分辨率，而且可降低发射脉冲峰值功率，常用在航空与航天飞行器上。

（撰写：冯尚诚　审订：喻光正）

leida gaojing

**雷达告警** radar warning　对敌方雷达信号进行实时截获、

分析和识别，判明其威胁程度，并按预定的判断准则实时报警。雷达告警采用电子侦察接收机接收空间存在的各种雷达信号，通过告警设备内部的信号处理机，识别其中是否存在与威胁相关联的雷达信号，并实时报警，以便采取各种对抗措施规避威胁。雷达告警已成为保护作战平台不可缺少的一个手段。雷达告警是一种简单的雷达侦察手段，具有工作隐蔽、告警距离远、告警实时和设备简单等特点。雷达告警设备由天线、接收机、处理机和报警装置组成。雷达告警可以提供以下信息：(1) 出现的威胁类型；(2) 出现的威胁等级；(3) 出现的威胁方向；(4) 出现的威胁粗略距离，或离真正威胁的到来可能还有多少时间。雷达告警的主要发展趋势，一是发展雷达告警功能与雷达支援侦察功能相互兼容的综合告警侦察系统，二是把雷达告警功能扩展成为战术态势评估功能。（撰写：朱 松 审订：吕连元）

leida hengxujinglü

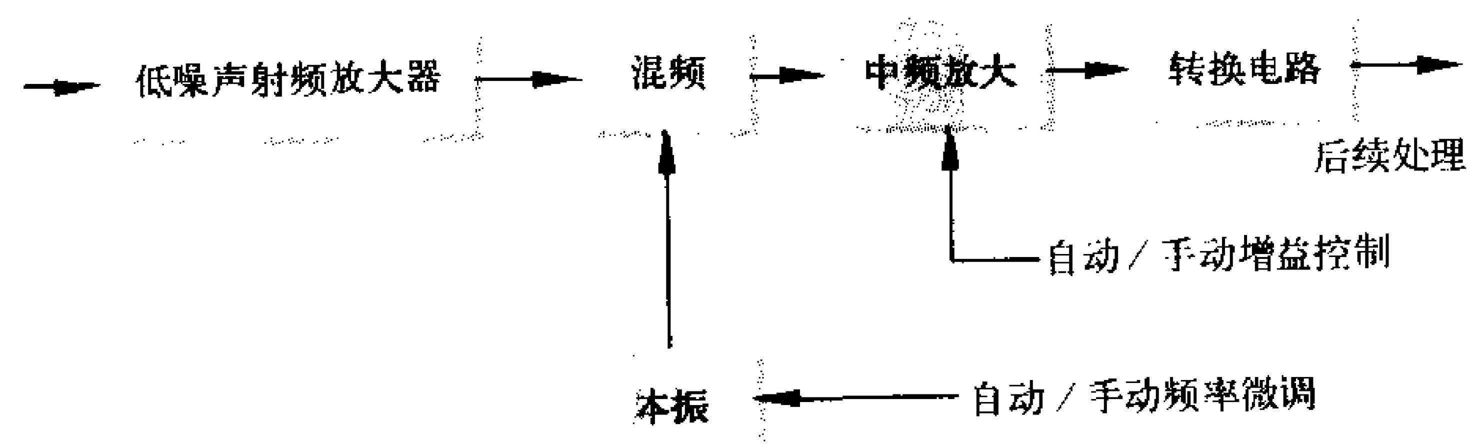
**雷达恒虚警率** radar constant false-alarm rate (CFAR) 在恒虚警目标检测装置中，存在噪声和(或)杂波和(或)电子干扰时，保持接近常数的虚假检测率(参见雷达虚警概率)。它是雷达目标检测门限装置和增益控制装置的一种性能。CFAR 技术用在雷达接收和信号处理中，以避免由于有源干扰、杂波剩余或其他干扰源引起的虚警率增加。CFAR 技术调整被检测单元的检测门限以适应目标环境变化的两种基本方法是：(1) 基于被检测单元周围的参考单元的单元各阶统计平均值；(2) 基于该检测单元过去观察的杂波时间统计量的“杂波图”法。在第一种方法中参考单元可以是时间延迟(距离)、多普勒频移、角度等坐标上相邻的多个单元，或者是这些坐标的组合，也可以在统计参数估计之前对参考单元先进行非线性处理(如对最大采样限幅或编辑)。CFAR 电路的应用可以避免过多的虚警数，其代价是同时抑制了位于强杂波干扰区内的目标。（撰写：王德纯 审订：张光义）

leida jiaodu fenbianlü

**雷达角度分辨率** radar angular resolution 雷达在角度上，从毗邻目标的回波中，区分出各个目标信号的能力。通常以能区分出在相同距离、同样回波信号强度的两目标，所需的目标间最小方位角或仰角间隔来表示雷达的角度分辨率。雷达角度分辨率的数字度量的近似值为雷达天线波束的半功率点宽度。实际上由于两毗邻目标间相对相位关系不同，可获得的雷达角度分辨率的范围为 1～2 倍的天线波束半功率点间的宽度，典型值为 1.5 倍天线波束半功率点间的宽度。（撰写：黄为倬 审订：张光义）

leida jieshouji

**雷达接收机** radar receiver 对从天线来的回波进行选择、放大、变频、滤波，最大限度地鉴别出所需信号，并将这些信号转换成后续处理设备或终端记录显示设备所需的信号形式的设备。通常，雷达接收机均采用超外差形式(见图)。由天线送来的回波信号，经低噪声放大器放大，初步滤除干扰，经混频后将所需信号的射频 $f_0$ 外差至较低的中频 $f_i$，$f_i=f_0-f_L$($f_L$ 为本振频率)进行匹配滤波和放大，从而有效地滤除干扰，放大信号。转换电路的作用是将中频信号进行转换，它有多种形式，有的雷达需幅度检波，有的需相位或频率解调。在现代雷达中，转换电路大都采用数字形式，以满足与其他雷达子系统连接的要求。不同种类的雷达，其接收机的构成，在基本配置基础上有所变化。有的要加抗干扰电路、自动频率微调电路、自动增益控制电路；在单脉冲体制雷达中，采用和、方位差、俯仰差多通道接收机；在相控阵体制雷达中，为实现数字波束形成而采用多路接收机等。接收机电性能指标按雷达用途有所侧重，其基本指标为：灵敏度、带宽、选择性、动态范围、干扰不敏感性、恢复时间、多路间幅相一致性等。（撰写：丁家会 审订：王福如）




超外差式雷达接收机基本构成图

leida jiemianji

**雷达截面积** radar cross section (RCS) 目标向雷达接收天线散射电磁波强度的度量值，以等效面积表示。常用的符号为 $\sigma$。工程上实用的雷达截面积实验定义为

$$\sigma = 4\pi \frac{\text{在指定方向目标向单位立体角散射的功率}}{\text{在指定方向平面波入射到目标单位面积上的功率}}$$

当上式分子和分母中的指定方向相同时，$\sigma$ 为单基地雷达截面积；而指定方向不同时，则 $\sigma$ 为双基地雷达截面积。式中

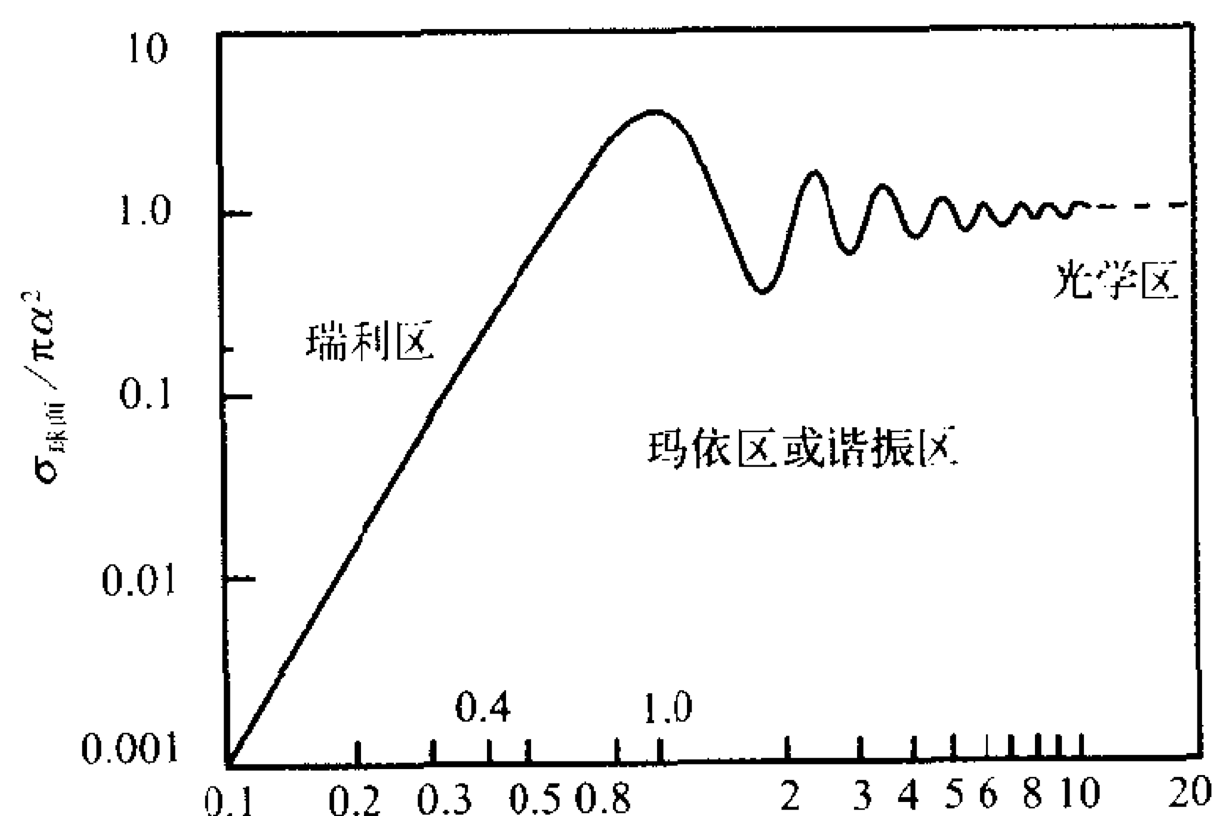



图 1 球体的雷达截面积

雷达截面积所截获的雷达全部照射功率，假设是以目标实际

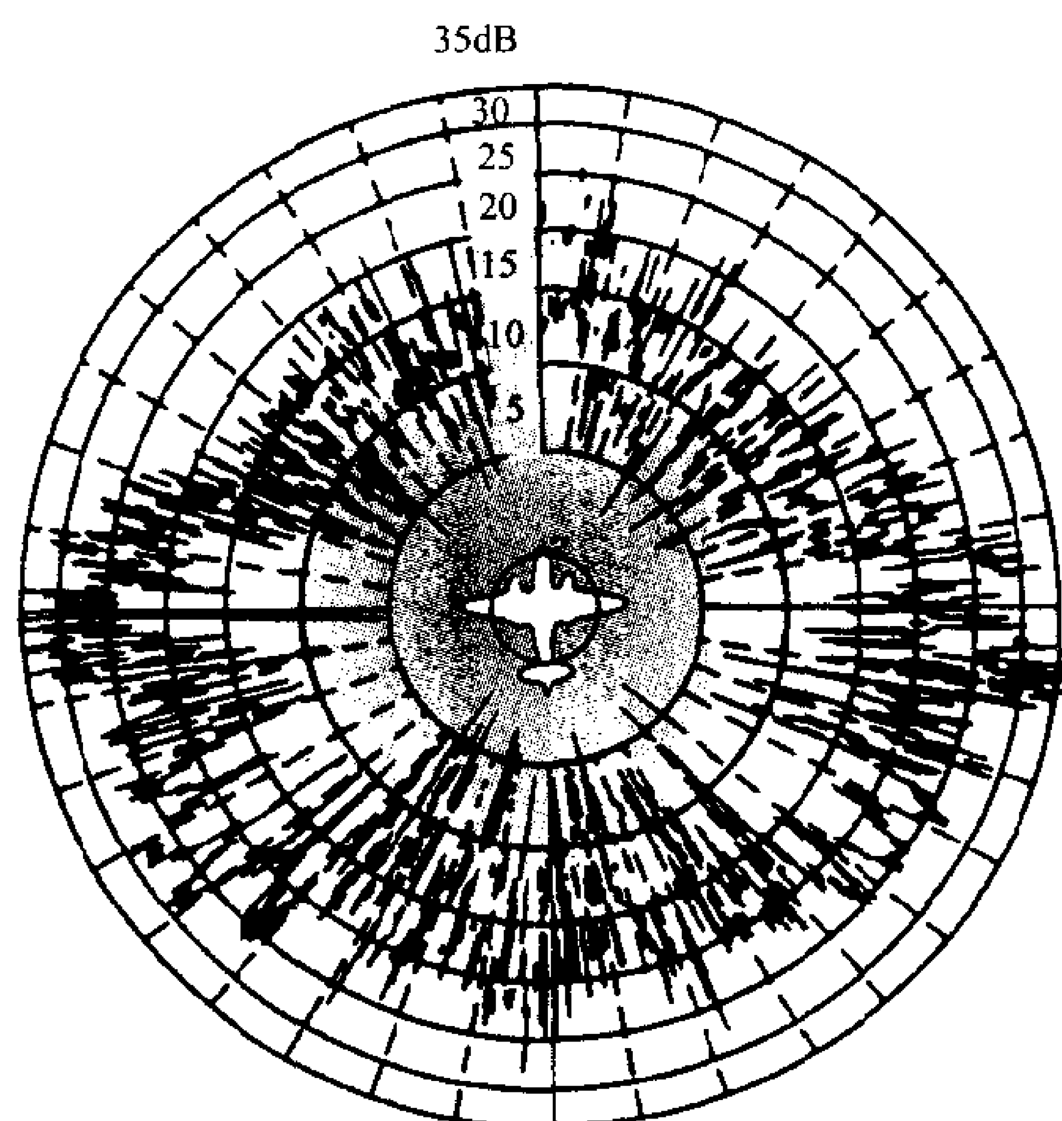



图 2 在 10 cm 波长上实测得的 B-26 飞机的雷达截面积与方向角的关系

上向雷达接收天线方向单位立体角内散射的功率密度，向4π立体角均匀散射的，以适用于雷达方程。σ的常用单位为平方米（$m^2$），或其分贝值（$dBm^2$）。影响雷达截面积值的主要因素有：雷达波长、极化、目标尺寸、形状、材料、姿态角、双基地角、表面涂层与粗糙度等。目标尺寸与雷达波长的相对关系，使目标散射特性分为光学、谐振、瑞利等3个区。以简单形状目标为例的各区雷达截面积的特性，见图1，在光学散射区，简单形状物体的雷达截面积为波长的齐次函数；复杂目标的单基地雷达截面积随姿态角的不同，呈多波瓣形状，见图2，运动目标，由于姿态角变化，会引起雷达截面积值的起伏。　（撰写：黄为倬　审订：王福如）

leida juli fenbianlü

**雷达距离分辨率**　radar range resolution　又称雷达径向距离分辨率，雷达斜距分辨率。是雷达通过测量目标距雷达的距离来区分两目标的能力。通常以能区分出同方位、同仰角、同样回波信号强度的两目标，所需的目标间最小距离来表示雷达距离分辨率。雷达距离分辨率的数字度量的近似值为$c/2B$或$c\tau/2$。$c$为光速；$B$为雷达发射信号经过接收机信号处理后的带宽；$\tau$为雷达信号的脉冲宽度（对于脉冲压缩雷达信号波形，$\tau$为经过脉冲压缩后的脉冲宽度）。实际上，由于两目标间的相对相位关系不同，能在距离维中分辨出两目标雷达回波峰值响应时，所需的两目标最小距离间隔也不同。可获得的具体雷达距离分辨率的范围为（1～2）$c\tau/2$，典型值为$1.5c\tau/2$。当两目标的相位差近似为180°时，可获得的雷达距离分辨率为$c\tau/2$。对于两目标间大多数的相位差，可获得的雷达距离分辨率在1.25～1.5倍的$c\tau/2$之间。　（撰写：黄为倬　审订：张光义）

leida kangfanfushe daodan jishu

**雷达抗反辐射导弹技术**　technology of radar anti antiradiation missile　雷达采用各种措施和手段避免被反辐射导弹发现和杀伤的技术。其内涵很广，包括：雷达设计技术、告警技术、诱骗技术、雷达隐身技术等。雷达设计技术是在设计时采取某些措施弱化雷达的电磁特征，避免被反辐射导弹发现，主要技术有：双（多）基地雷达、低截获概率雷达、超低副瓣雷达和米波雷达等。告警技术是采用电磁、红外、紫外等手段探测来袭反辐射导弹，并向雷达、诱饵等设备提供相关信息，使其采取相应的对抗措施，包括导弹告警雷达、红外告警设备、紫外告警设备等。诱骗技术是采用假目标将来袭反辐射导弹引偏至预定点或区域的技术，包括无源和有源两大类，无源假目标主要有角反射器、偶极子反射体等，有




雷达抗反辐射导弹示意图

源假目标主要有微波诱饵、红外诱饵、可见光诱饵等。雷达隐身技术是指采取某些措施遮蔽或弱化雷达阵地的电磁、红外、可见光特征，包括雷达辐射管理、在阵地上喷洒烟雾、气溶胶等。实际中，为使对抗效果更好，往往需要将上面的对抗手段综合使用。对抗效果可以用雷达生存概率来衡量。

（撰写：沙祥　审订：贺瑞龙）

leida keyongxing

**雷达可用性**　radar availability　在要求外部资源得到保证的情况下，雷达在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能的状态。它是雷达系统的可靠性、维修性和维修保障性的综合反映。这里的外部资源不同于维修资源，它对雷达系统的可用性没有影响，如架设场地、能源和操纵人员等。衡量雷达可用度优劣的指标是雷达可用性。在不同的工作考核时间内，它又分为瞬时可用性、平均可用性、渐近可用性和稳态可用性。在失效率与修复率均为恒定的情况下，渐近可用性和稳态可用性可表示为

$$A = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

式中 MUT 为雷达系统的平均可用时间；MDT 为雷达系统的平均不可用时间。雷达可用性按考核内容的不同，还可以分为固有可用性、可达可用性和使用可用性。固有可用性仅与雷达的工作时间和修复时间有关；可达到的可用性与雷达的工作时间、修复时间和预防性维修时间有关；使用可用性则只与雷达的工作时间和不能工作时间有关。

（撰写：陈忠先　审订：匡永胜）

leida mangqu

**雷达盲区**　radar blind coverage　在雷达有效作用距离内探测不到目标的区域。这是由于地理条件、电磁波传播特性、目标速度和雷达本身的原因，造成雷达在某些空域的距离和高度范围探测不到目标。利用电磁波直线传播进行探测的雷达，受地球曲率影响而形成的探测距离盲区，此时目标的极限探测距离$R_t$为

$$R_t = 4.1\left(\sqrt{h_a} + \sqrt{h_t}\right)$$

式中$h_a$，$h_t$分别为雷达天线与目标距离海平面的高度（m）。在$h_a$与$h_t$一定的条件下，大于$R_t$的距离为雷达探测距离的盲区。由于地面的反射形成的探测盲区，当雷达天线自由空间波瓣最大值处于水平方向，则相当部分的能量将受到平滑地面反射，导致增加了一项波瓣形状因子$\sin\left[\frac{2\pi h}{\lambda}\sin\theta\right]$，式中$h$为天线距地面高度；$\lambda$为雷达波长；$\theta$为雷达观测的仰角。由下式决定的仰角邻近空域是雷达探测的盲区

$$\frac{2\pi h}{\lambda}\sin\theta = k\pi$$

式中$k$为整数集合$[Z]$。此外，雷达的高仰角处，一般都有雷达探测的近距离顶空盲区。消除或减小探测盲区的雷达技术措施有：雷达平台升空、增大雷达站架设高度、较高的雷达载频、频率分集、配置补盲雷达等。此外，在目标速度特性的检测中，有部分速度范围不能被发现，称为盲速。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

leida mubiao shibie jishu

**雷达目标识别技术**　radar target recognition technology　利用回波提取目标在时域、频域、极化域以及图像等方面的特

征，进而达到对目标进行类型、属性的识别和威胁判断的技术。雷达目标识别按下列步骤进行：(1) 从已知目标回波中提取特征；(2) 建立目标特征数据库；(3) 提取未知目标的特征；(4) 将提取的未知目标特征与数据库中的已知目标特征进行比较。几种主要目标识别技术为：(1) 距离一维图像识别；(2) 二维成像识别；(3) 极化识别；(4) 谐振识别和极点识别；(5) 自动目标识别。用神经网络、小波变换等信号处理新技术在雷达一维和二维图像的分类识别以及 SAR 图像分类上都有成功的应用。其他如数据融合等技术也被用作目标识别方法。 （撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

leida qingbao xitong

**雷达情报系统** radar intelligence system 实现雷达获取情报、信息传递、综合处理与显示、使用分发诸环节的自动化系统。该系统具有对运动目标的实时获取、准确定位与识别、大批量处理等功能，从而提高情报预警和作战指挥的快速反应能力。该系统结构如图 1 所示。信息采集环节包含有

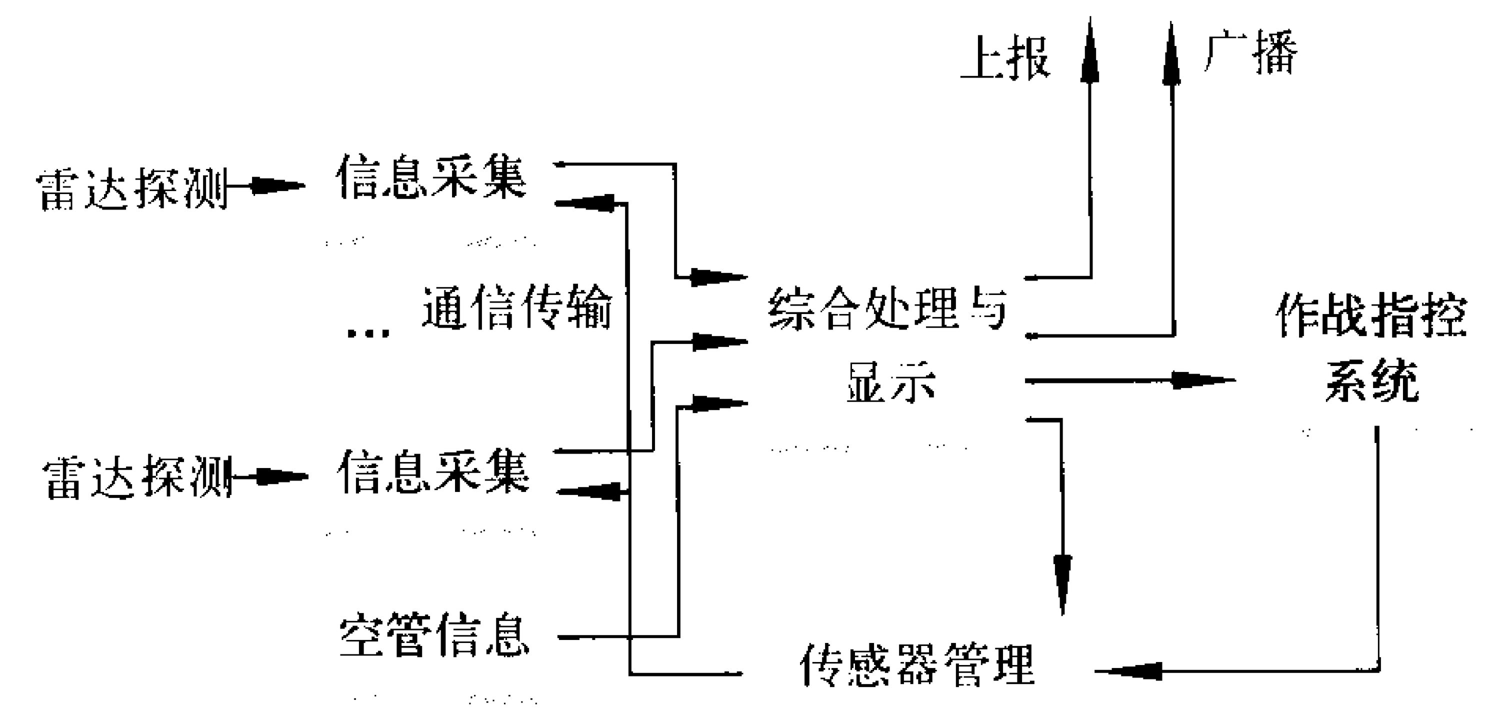



图 1 雷达情报系统结构图

源雷达和无源雷达的信号检测、目标识别（真伪识别和属性识别）、航迹起始、目标跟踪等功能；通信传输环节包含实时信息传输协议、实时信息格式以及通信传输软／硬件和接口设备；综合处理与显示包含对采集的多目标信息和空管信息进行关联／相关、滤波与跟踪，以及目标点迹／航迹和状态／属性参数的融合处理等。此外，还包含目标档案的动态建立与管理；使用分发环节主要指融合后目标信息的上报，向友邻系统广播，并向作战指控系统（单位）自动传送实时准确的目标信息；传感器管理指对雷达探测系统的指挥，它主要由作战指控系统根据作战任务和信息需求或由雷达情报综合处理需求确定。雷达情报系统软件体系结构见图 2。其中时间／

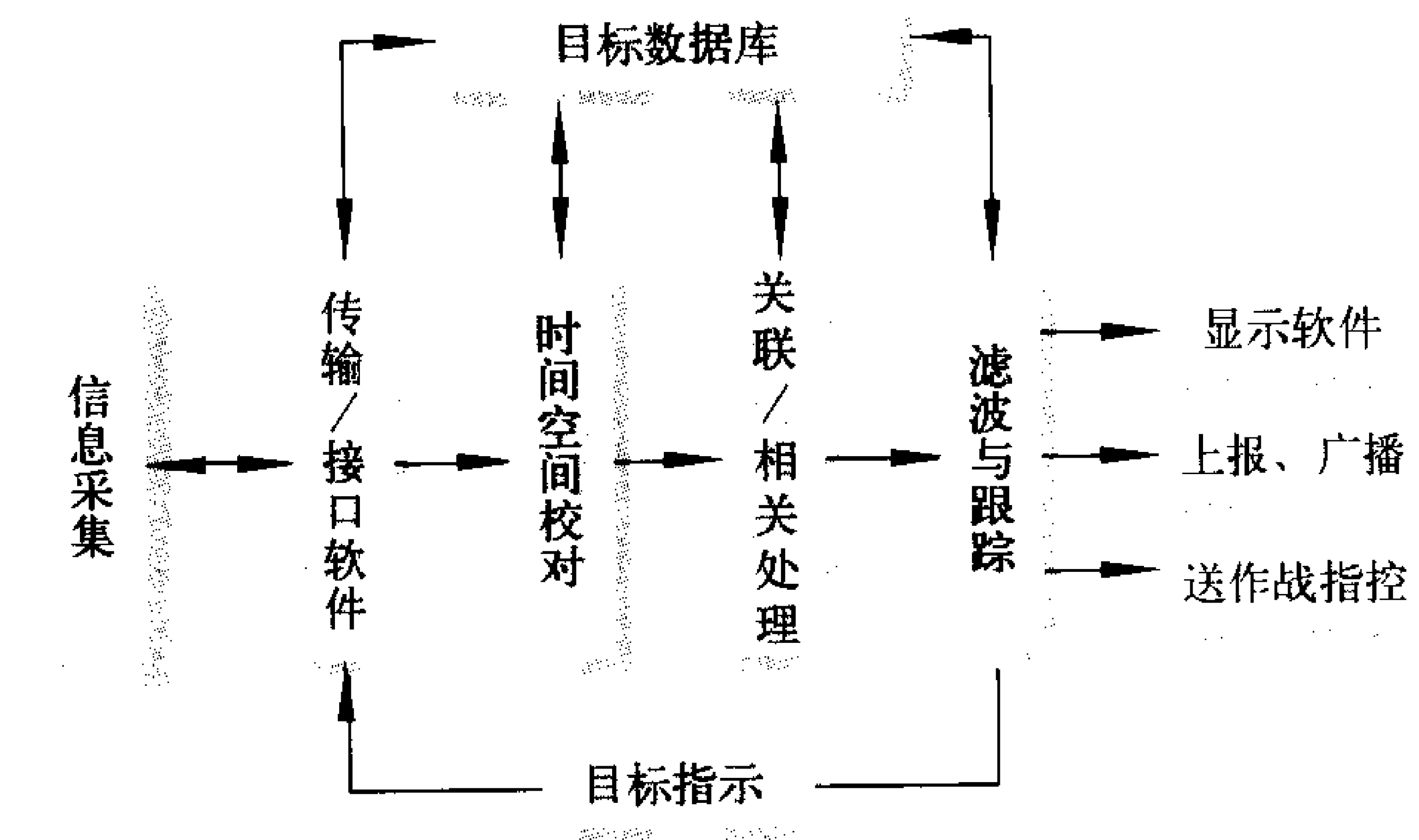



图 2 雷达情报系统软件结构图

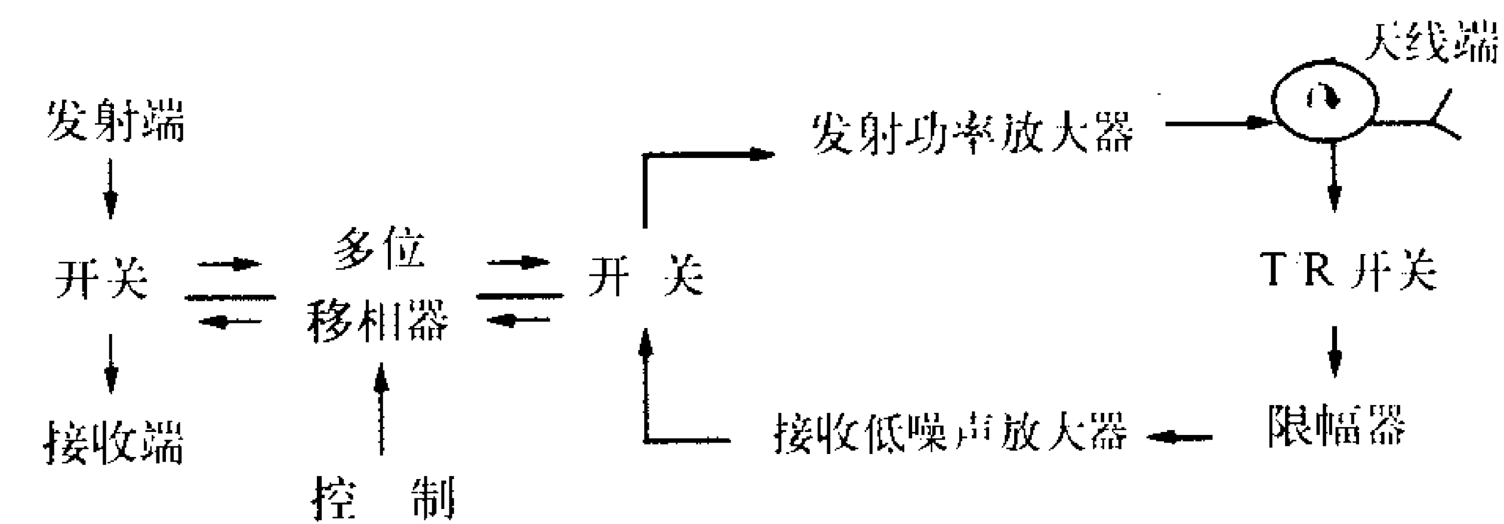
空间校对指将目标状态变换到同一坐标系同一度量标准下并外推到测量时刻；关联／相关处理在点迹一点迹（航迹）之间进行，以确定源于同一目标的点迹（航迹）集合；滤波与跟踪是求取目标的状态／属性的更新参数以进行航迹延续，目标数据库中既含有测量点迹，又包含作为处理结果的目标航迹和属性参数。 （撰写：赵宗贵　审订：耿春仁）

leida quanshouming zhouqi feiyong

**雷达全寿命周期费用** radar life cycle cost 在预期的雷达寿命周期内，为雷达的论证、研制、定型试验、生产、使用与保障，直至退役所付出的一切费用之和。它是一种衡量雷达系统总费用和经济性的综合参数，是经济可行性研究的综合指标。因此，它是雷达研制、定型试验、批生产、采购、部署和废型等各种决策的主要依据之一。在满足规定战术技术要求的前提下，用户总是要求雷达的全寿命周期费用最低，即资源消耗最少，从而获得尽可能大的产品使用效益。 （撰写：陈忠先　审订：匡永胜）

leida shoufa zujian

**雷达收／发组件** radar transmitter / receiver module 能同时实现发射机和接收机两者功能的一种雷达子系统。在固态有源相控阵雷达系统中，单个收发组件（T/R 组件）放在阵面上直接同天线辐射单元或天线子阵连接。T/R 组件的应用范围从 UHF 波段的监视预警雷达到 X 及更高频段的机载与星载雷达。T/R 组件的主要功能（见图）包括：接收发射状态转

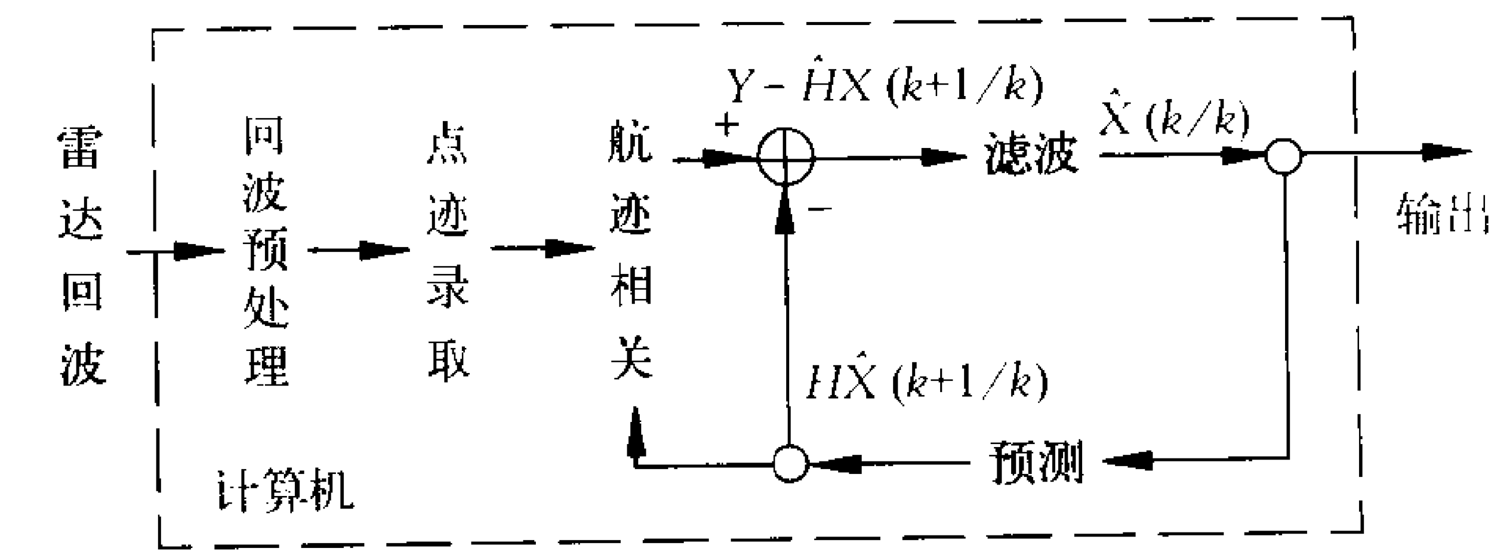



典型 T/R 组件框图

换，提供收发波束控制的相移，对发射信号进行放大和功率输出，对接收信号进行低噪声放大等。由于移相是在低功率电平上实现，且组件靠近天线单元，所以可显著降低信号在传输线中的功率损耗。 （撰写：王德纯　审订：张光义）

leida shuju chuli

**雷达数据处理** radar data processing 对雷达检测后的回波信号进行预处理、录取、起动跟踪、建立航迹、计算目标的位置参数和运动参数（如位置坐标、速度、航向、加速度等）、实施对目标的数值跟踪的过程。雷达数据处理要解决好从大量剩余杂波和虚警中提取出目标点迹，密集编队飞行的目标跟踪和大机动飞行目标的跟踪。当上述三种条件同时存在时，雷达数据处理问题变得困难。利用雷达回波的幅度、宽度、多普勒频率、持续时间，以及目标回波的相关性等物理特性及统计特性，来提取目标点迹、删除剩余杂波和虚




雷达数据处理流程图

警；用波门相关技术、概率关联、联合概率关联算法，或“整体”相关技术，实现对密集编队飞行目标的相关跟踪；用机动检测器加多个目标运动模型，或单模型自适应技术，实现对机动目标的跟踪。雷达数据处理（见图）是在计算机内由软件完成的。计算机是数据处理的硬件平台，软件是完成数据处理的工具，算法是数据处理的基础。三者的合理结合，将提高雷达数据处理的能力。

（撰写：徐振来　审订：吴增辉）

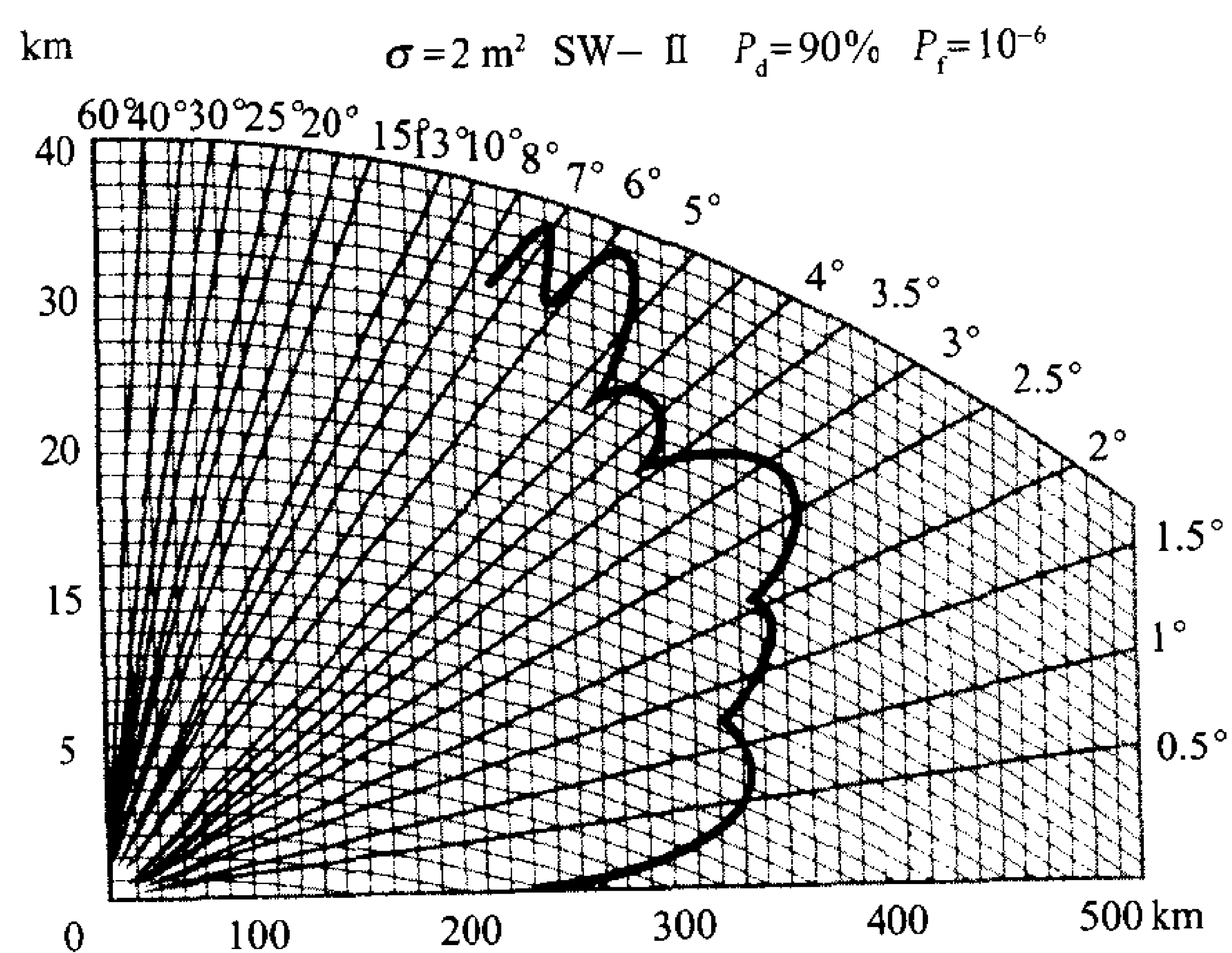
leida tianxian

**雷达天线** radar antenna　雷达系统中将发射机产生的高频电磁波信号能量辐射至外部空间及将由目标反射来的或由其他物体来的电磁波接受并送至接收系统的装置。发射天线将电磁波辐射到空间中不同方向上的强度与方向（角度）之间的关系称为天线的发射方向图或波束（瓣）。接收天线从不同方向接收电磁波的能力与角度的关系称为天线的接收方向图。通常同一天线用作发射和接收的方向图形状是一样的。对雷达天线一般要求方向图具有一定的形状，通常是针状的或余割平方形的，并具有低于一定相对电平的副瓣。为对空间进行搜索，可通过机械上转动天线或特殊馈源，或者通过电气上控制单元上的移相器来实现。雷达天线从结构上可分为连续口径式（包括反射面、透镜式等）和阵列式两大类，用阵列式天线可实现波束的快速电扫描，而反射面天线因其结构相对简单，成本低廉，广泛用于微波雷达。雷达天线的性能很大程度上影响整个雷达系统的功能，包括作用距离、角分辨率、抗干扰性能、跟踪性能和边扫描边跟踪的能力等。雷达天线的电气设计主要是解决产生满足给定要求的波束形状（参数）和与馈电网络匹配的问题，结构上则要求天线结构可靠、精度高，在不同的气候环境中不损坏不变形。天线特性参数还有频率带宽、增益、极化和输入阻抗等。雷达天线还可根据其某些特点来分类，如宽带、低副瓣、相控阵、有源相控阵、共形相控阵、空馈相控阵、微带和单脉冲天线等。

（撰写：方能航　审订：林守远）

leida weilitu

**雷达威力图** radar coverage chart　在满足指定的探测要求条件下，一般在二维坐标中，用围线表示雷达具备探测能力的空域图像。探测能力需满足指定的要求，通常包括雷达的




三坐标雷达威力图

检测质量、要探测目标的雷达截面积特性和雷达的探测环境。雷达的检测质量，由检测概率 $P_d$ 值和虚警概率 $P_f$ 值来表示目标的可检测特性，它与目标的雷达截面积及其起伏的统计模型有关。雷达的探测环境包括杂波（地物杂波、海杂波、气象杂波等）、有源干扰、无源干扰和具体的电磁波传播途径等不同的环境背景。针对不同的探测要求，根据地面、舰载、机载、空间平台等不同雷达的具体性能参数，可以分别做出不同的具体雷达探测威力图。如图所示为在特定探测要求条件下，天线在方位上 360° 旋转的 1 台地面对空监视雷达在距离和高度方面的威力图。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

leida wuyuan ganrao

**雷达无源干扰** radar passive jamming　利用本身不发射射频电磁波的器材，反射（散射）或吸收电磁能量，破坏或削弱敌方雷达对目标的探测和跟踪能力的一种电子干扰。按作用性质分为压制性干扰和欺骗性干扰；按干扰原理分为反射型干扰和吸收型干扰。反射型无源干扰是采用散射或反射特性好的器材，大面积投放，形成强烈的干扰杂波，以掩盖目标回波信号；或者断续投放、布设，形成假目标，对敌方雷达进行欺骗。吸收型无源干扰是采用电波吸收材料，把照射到目标上的电磁能量转换成其他形式的能量，从而把反射的电磁能量减至最小，导致敌方雷达对该目标的探测能力严重下降。常用的雷达无源干扰器材主要有箔条、角反射器、龙伯透镜反射器、假目标、电波吸收材料以及气悬体等。雷达无源干扰的优点是：制造简单，使用方便，干扰可靠，易于大量生产和装备部队；具有同时干扰不同方向、不同频率、不同形式的多部雷达的能力；能够对付新频段、新体制雷达。雷达无源干扰是最基本、最普遍应用的雷达电子对抗手段，在战争中发挥了重要作用。当今世界上几乎所有作战飞机、舰艇都装备有雷达无源干扰设备。不断开发新型雷达干扰材料和干扰物是雷达无源干扰的重要任务。

（撰写：王儒　审订：徐国范）

leida xianshiqi

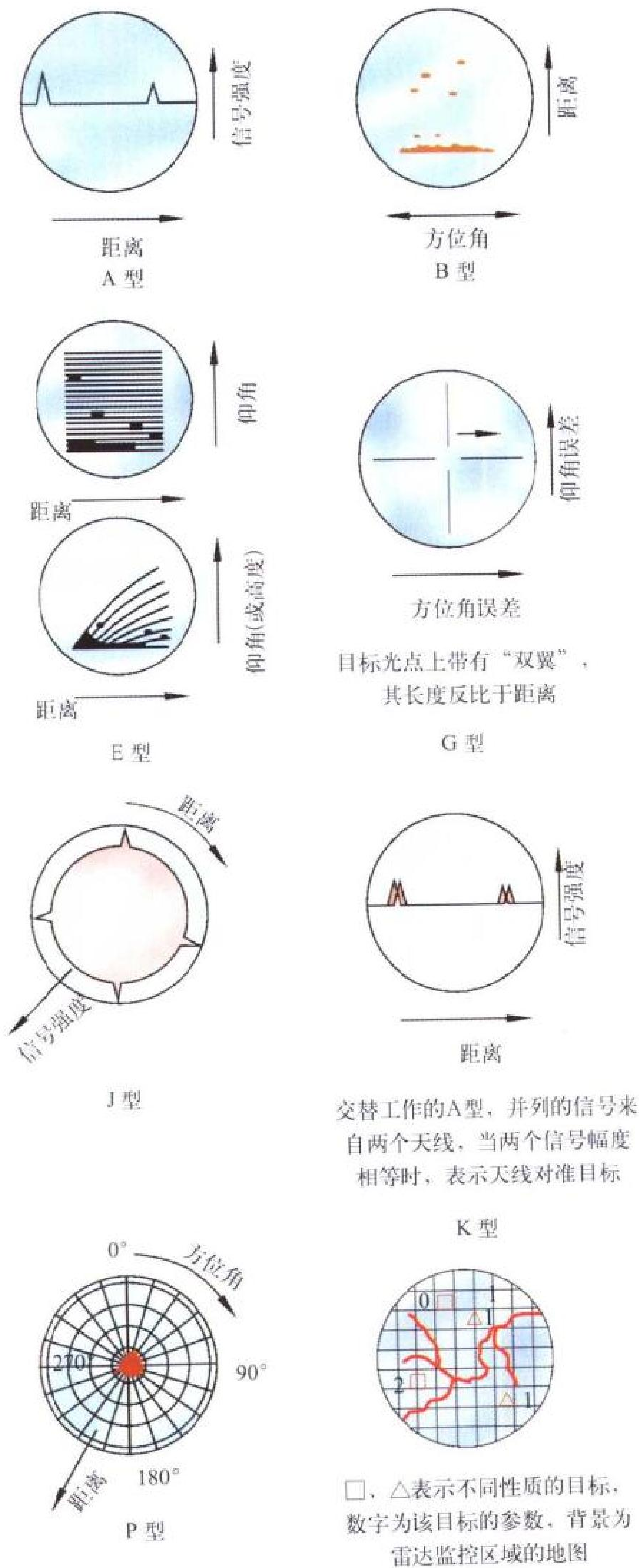
**雷达显示器** radar display　显示原始图像、一次信息、二次信息（航迹、标牌、地图背景、各种参数等）的雷达终端设备。它显示雷达所获取目标的所有信息，是人机信息交互的窗口。雷达显示器有多种分类方式，如按显示目标坐标数目分类，可分为一度空间、二度空间、三度空间显示器；按扫描体制可分为随机扫描、光栅扫描显示器；按信息特点可分为一次、二次显示器；按显示内容可分为平面、距离、高度、态势综合、表格显示器等。不同类型的显示器可分别用于战场侦察和监视、武器制导、目标识别、目标跟踪、飞机导航、战场管理等不同雷达等场合。指挥员可根据雷达显示器所显示的综合信息，通过信息交互窗口、人机交互设备，作出分析决策。目前光栅扫描雷达显示器的分辨率已经达到 2048×2048 线，且显示容量大，显示内容、色彩丰富，智能化程度高，人机接口灵活，界面良好。光栅扫描雷达显示器可同屏显示雷达图像、电视图像、地理信息，因此广泛应用于指挥系统、航管、港管、地面雷达、舰载雷达、机载雷达等领域。

（撰写：史国庆　审订：刘联启）

leida xianshi qijian he leida zhishiguan

**雷达显示器件和雷达指示管** radar display device and radar indicator tube　在雷达装备中，用来显示目标距离、方位、仰角（或高度）、速度等参数的一种真空显示器件，称为

雷达显示器件。雷达指示管是其中的一种。雷达显示器件的类型很多，常见的画面格式如图所示。按显示坐标数目分为：⑴ 一维空间显示器，又称距离显示器，使用A型和J型显示器；⑵ 二维空间显示器，有极坐标的P型显示器和直角坐标的B型显示器；⑶ 三维空间显示器，是在一个荧光屏上可同时显示目标的三维空间信息。雷达显示器件是多种多

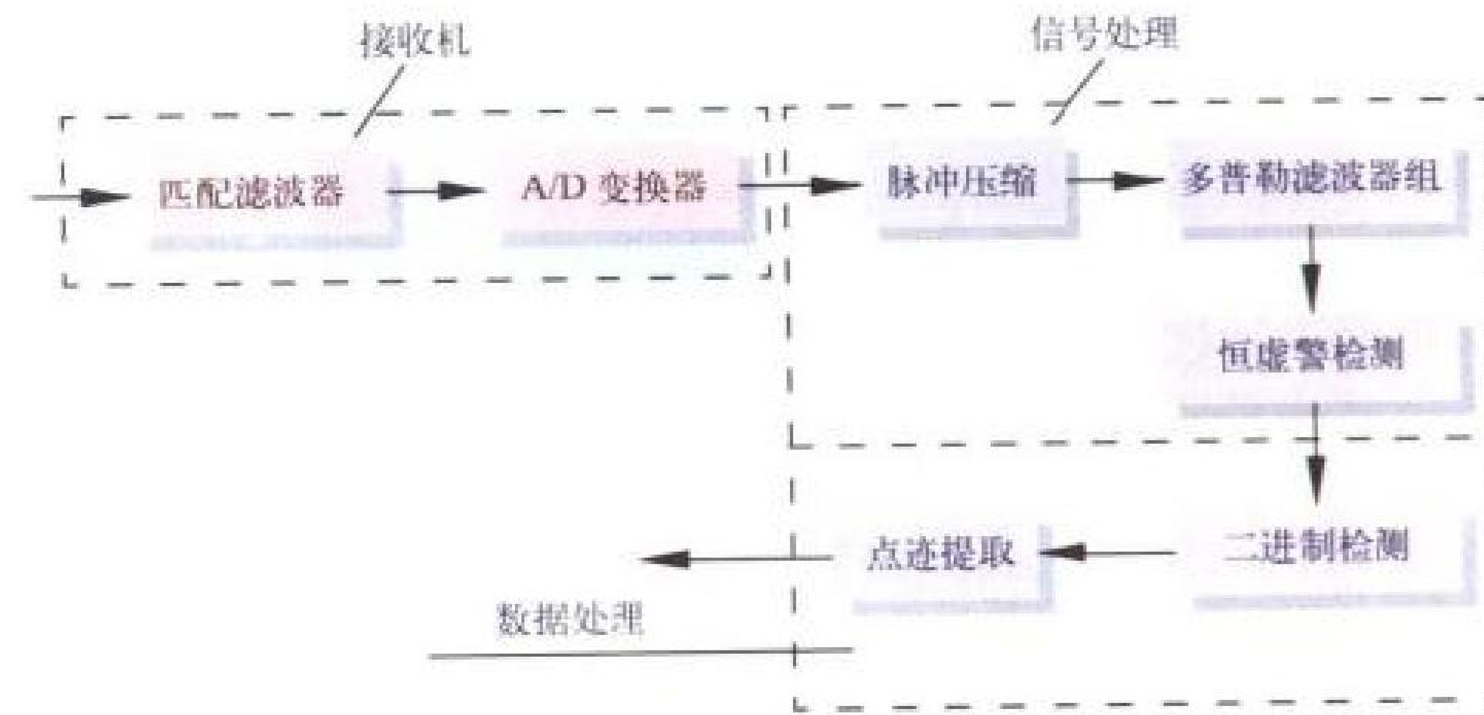



各种显示器画面示意图

样的，例如A型显示器采用短、中余辉的静电偏转示波管；J型显示器采用有针状中心电极的径向偏转示波管，与A型显示器的区别是时基由直径变为圆，长度增加3倍，提高了测距精度；P型显示器采用长余辉电磁偏转CRT，少数轻便型的也有采用静电偏转示波管，采用极坐标读出；K型显示器采用中、长余辉电磁偏转CRT。随着科学技术的发展，显示器件正在向高分辨率彩色显示管的方向发展；分辨率在1600×2400线以上的彩色显示管已在雷达中获得应用，它可用不同的颜色显示敌我属性及机型、高度等，更便于操作员观察和指挥员决策。（撰写：严增濯 审订：廖复疆）

leida xinhao chuli

**雷达信号处理** radar signal processing 完成从雷达接收回波信号中提取目标信息的技术（见图）。早期功能主要是在强杂波背景下搜索和跟踪飞机等目标。到20世纪40～50年代实现了抑制杂波的时域滤波和对复杂信号的匹配滤波。60年代实现了抑制有源干扰的空域滤波，并提出了自适应滤波技术。高分辨率技术、极化技术等的应用使雷达信号处理能获得的信息越来越丰富，目前的雷达已经具有目标成像、目标




常规雷达信号处理框图

识别以及抗干扰等能力。信号处理的实现已从模拟转向数字化，目前的时域信号处理主要包括：数字脉冲压缩、多普勒滤波器组、恒虚警检测(CFAR)技术等；空域和时域信号处理主要有：相控阵和数字波束形成(DBF)技术、超分辨技术、合成孔径技术(SAR)、空时二维自适应信号处理(STAP)。随着数字技术和集成电路的发展，它与接收分系统、数据处理分系统的界限已越来越模糊。（撰写：于文震 审订：张 良）

leida xinhao xiwei tezheng fenxi

**雷达信号细微特征分析** radar signal fine grain characteristic analysis 高保真地记录、存储雷达信号的精细结构，进行分析、处理，并提取其特征信息的技术。雷达信号的细微特征主要包含两个方面：⑴ 雷达信号的脉内特征，如脉冲包络（上升沿、下降沿和平顶）的细微变化，以及脉冲内部的频率调制和相位调制等；⑵ 雷达天线扫描引起的雷达信号幅度的起伏变化，它能反映雷达发射天线主、旁瓣分布的细微变化等。雷达信号的细微特征不仅能反映雷达的类型及其工作状态，而且能反映雷达的个体特征，如频率牵引、相位和幅度的寄生调制、旋转关节引起的天线方向图分布的失真等。因此根据雷达信号的细微特征不仅可以分析雷达及其相关平台的类型，还可以识别同一类平台中不同的个体。雷达信号细微特征分析中，常用数字射频存储器(DRFM)对雷达信号进行高保真的采集、存储；应用现代信号处理技术对存储信号进行特征分析、特征提取，并开发高阶谱估计分析方法，以便从雷达信号中提取更多的特征信息。

（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

leida xingneng

**雷达性能** radar performances 一组描述雷达运行质量的特性。雷达性能可分为战术性能和技术性能。它的基本战术

性能指标有：探测目标类型、覆盖空域、发现概率和虚警概率、测量坐标数及精度、分辨率、数据更新率、处理目标容量、全天候和全天时工作能力、电子反对抗能力、抗摧毁能力、目标识别能力、电磁兼容性、有效度、耗电量和全寿命周期费用等。主要技术性能指标有：工作频率及带宽、发射机功率、发射信号波形、脉冲重复频率、天线增益、波瓣宽度及旁瓣电平、系统噪声系数、信号带宽和改善因子等。雷达性能可通过性能分析、仿真试验和分系统、系统测试等手段进行综合评估。 （撰写：张亚朋 审订：黄为倬）

leida xujing gailü

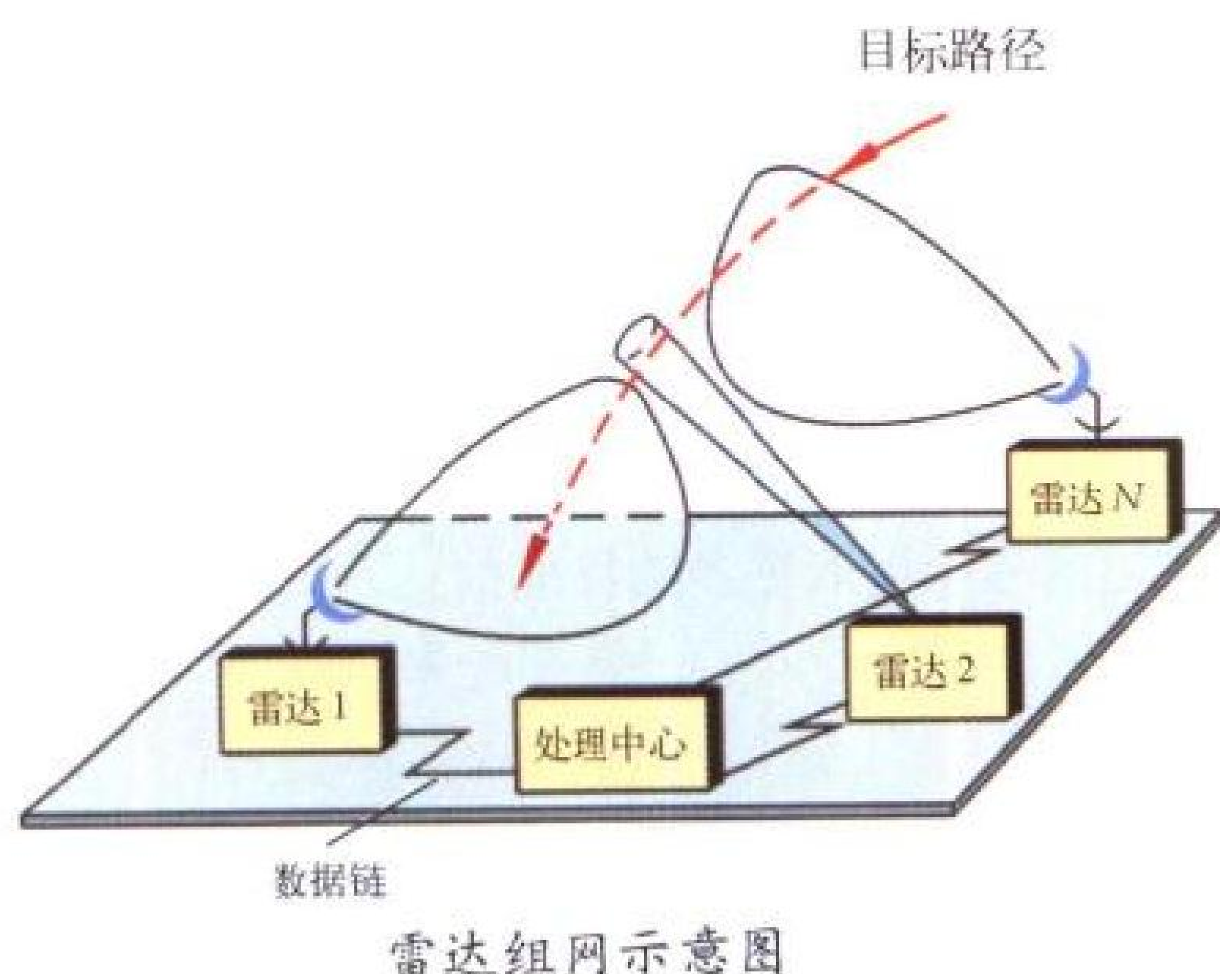
**雷达虚警概率** radar false-alarm probability 在雷达接收机输入端实际不存在目标信号的情况下，根据接收机输出，将信号错误地判断为目标信号的概率。当雷达用一个门限装置在噪声背景下作出有目标信号或无目标信号的判决时，雷达的检测性能可以用两个概率表示，即：发现概率$P_d$和虚警概率$P_{fa}$。由于在雷达接收机中热噪声的存在，即使不存在目标信号，接收机输出电平超过门限的概率也不为零。在典型的高斯噪声通过一窄带中频滤波器，其包络为瑞利分布的情况下，其虚警概率$P_{fa}$为

$$P_{fa}=\exp\left(\frac{-V_T^2}{2\psi_0}\right)$$

式中 $V_T$为门限电平；$\psi_0$为窄带中频滤波器输出噪声电平的均方值。 （撰写：王德纯 审订：张光义）

leida zuwang jishu

**雷达组网技术** radar netting technology 由多部雷达适当布站再有机地连接起来而构成雷达网的技术（见图）。网中雷达其覆盖范围互有重叠，其频率和极化方式或相同或不同。雷达组网技术分为单基地雷达组网、双/多基地雷达系统和雷达与其他传感器组网技术。具有互补特性的雷达的组网能更好地抗干扰、反隐身、反低空突防和抗反辐射导弹。其优点是：(1) 由于组网系统具有各种频率，一般在空间位置上互相分离，加上具有对干扰和目标进行三角定位的能力，故其电子抗干扰能力大大增强；(2) 不同的雷达可从不同的视角观察目标，有助于减少目标衰落、闪烁和地形遮蔽的影响，若网内有双基地雷达和米波雷达，可进一步提高网的反隐身能力；系统内各部雷达覆盖范围互有重叠，能在进行数据融合以后得到比单部雷达质量更好的目标航迹，大大改善空情检测质量，提高系统的反低空突防能力；(3) 多部雷达所拥有的固有的冗余度可提高整个系统的可靠性，因而增强系统的生命力。雷达组网技术主要是数据处理技术，包括各种算法、数据传递、坐标变换、雷达间位置和时间的配准、数据编排等内容，需要借助于计算机对多雷达、多显示系统、多通信网络与指挥控制系统协同工作，因此需要很强的计算资源和通信手段。按数据处理的集中程度，可分为分布式、集中式和混合式处理。集中式处理进行点迹融合、精度较高、实现难度较大，而分布式处理进行航迹综合较易实现。 （撰写：沙祥 审订：贺瑞龙）




雷达组网示意图

leida zuoyong juli

**雷达作用距离** radar range 雷达完成特定功能的距离范围。它可以分为探测作用距离、跟踪作用距离、制导作用距离、校射作用距离、测速作用距离、成像作用距离等。可用给定条件下的检测距离来进行通用的描述，即对指定雷达截面积和起伏特性的目标，在达到所要求检测概率和虚警概率或信噪比时，雷达对目标的最大和最小检测距离。 （撰写：张亚朋 审订：黄为倬）

lisan kongzhi xitong

**离散控制系统** discrete control system 又称离散时间控制系统、采样控制系统。采用时间上离散或断续控制方式的一类控制系统。离散控制系统的特点是系统内的信号仅在特定的离散瞬时表现为时间的函数。所以，系统使用计算机控制时，须经离散化处理成为离散控制系统。离散控制系统中的被控参数测量、控制算法的计算及控制信号输出均是在离散的时间点上进行的，测量信号的离散化过程称为采样过程。采样过程是以给定的周期（称为采样周期）在离散的瞬时把测量信号记录下来，从而把连续信号转换成脉冲序列。为了理论计算和数据处理方便，需要在每一次采样之后使采样输出信号保持不变。在计算机控制系统中，测量信号的采样过程由采样器和模数转换器件（A/D）实现。在离散控制系统中被控参数的这种采样测量机制，使得在控制策略的设计和计算中需采用离散时间数学模型。基于被控对象的控制规律是由离散时间数学模型设计出来的，它通常也表示为在离散瞬时的时间函数。与测量信号的采样过程类似，这些在离散时间点上的控制作用也需通过保持处理变换为阶梯型的控制信号，然后作用于被控对象。在计算机控制系统中，这一过程是由数模（D/A）转换器件完成的。近30年来，随着数字计算机在控制系统中的大量使用，离散控制系统的研究在理论上和应用上都取得了很大的发展。 （撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝）

lizi daodian taoci

**离子导电陶瓷** ion conductive ceramics 以离子为主要载流子的导电陶瓷。按导电离子的分类可分为阳离子导电陶瓷和阴离子导电陶瓷。氧离子导电陶瓷是最有代表性的阴离子导电陶瓷，对具有萤石型结构的 $ZrO_2$ 陶瓷进行低价金属离子掺杂，将使固溶体结构为保持电中性而形成大量氧离子空位，在电场作用下氧离子可通过氧空位扩散迁移，其电导率一般大于 $10^{-2}/(\Omega\cdot cm)$，活化能小于 0.5 eV，因而被称为快离子导体。在钙钛矿型的氧化物陶瓷中（如 $LaAlO_3$、$CaTiO_3$、$SrTiO_3$）进行低价金属离子部分取代时，为了保持电中性亦将产生氧离子空位，从而出现氧离子传导。阳离子导电陶瓷主要有以钠离子为传导离子的 $\beta-Al_2O_3$、$\beta''-Al_2O_3$ 和 Nasicon 导电陶瓷，还有锂、银、铜离子导电陶瓷以及氢离子导电陶瓷。具有良好导电性的离子导电陶瓷作为固体电

解质材料，可用于制作各种离子器件（如离子选择性电极、离子浓度测量仪、气敏传感器等）。作为电极材料可用于物质的提纯及制备。$ZrO_2$快离子导体可用作高温燃料电池隔膜、高温（大于 1800 ℃）发热元件、氧分压测试探头。$\beta''-Al_2O_3$可用作高能量密度的二次电池隔膜。

（撰写：张树人　审订：钟朝位）

lizi jiguangqi

**离子激光器**　ion laser　工作介质是气态离子的激光器。已观察到能产生激光振荡的离子有几十种，其输出波长大多数在紫外和可见光波段。离子激光器主要分两类：惰性气体离子激光器（Ar、Kr、Xe 等）和金属蒸气离子激光器（Cd、Se、Zn 等）。典型代表分别是氩离子（$Ar^+$）激光器和氦镉（He–Cd）激光器。氩离子激光器是利用气体放电使氩原子电离并激发，实现粒子数反转而产生激光，激光谱线最强的是 488 nm 和 514.5 nm，其典型产品的输出为 5 mW～20 W。它主要用于染料激光器的泵浦源、激光医学、激光分色和激光娱乐等。氦镉激光器中 Cd 蒸气是激活粒子、He 是提高激发效率的辅助气体。其激光波长是 441 nm 和 325 nm，输出功率为 50～100 mW。它在光刻、彩色全息照相和光化学方面有重要应用。

（撰写：安毓英　修订：刘兴新　审订：梅遂生）

lilun baomi

**理论保密**　theoretical secrecy　假定密码分析者拥有无限的时间、人力、设备和资金，在这种情况下，如果一个密码体制（算法）能够抗得住密码分析者的破译攻击，则它就被称为理论上保密的（也称作理论上不可破译的）密码体制（算法）。香农在对理论保密性的研究中，提出了完全保密和理想保密两种体制。在完全保密密码体制中，明文数、密钥数和密文数都相等，将每个明文变换成每个密文都恰好有一个密钥，所有的密钥都是等可能的。完全保密没有给密码分析者任何额外的可用于破译的信息，因此密码分析者无法破译这种体制。但是，确保完全保密的代价太大，因为它要求不同的密钥数至少要和可能的明文数一样多。当消息空间较大时，密钥管理就成了大问题。虽然如此，完全保密的思想至今还在指导着当代的密码设计者。比如能提供完全保密的"一次一密乱码本"体制仍是当代密码设计者所极力追求的。当一个密码体制的惟一解距离趋向于无穷大时，该密码体制就是理想保密体制。此时，无论密码分析者截获了多少明文消息都无助于破译该密码体制。惟一解距离趋向于无穷大意味着语言的多余度趋向于零。如果要消除语言中的全部多余度，事实上是不可能的，因此这种体制也是不实用的。但是，这可以提示我们，在设计密码体制（算法）时，应尽量减小多余度。

（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

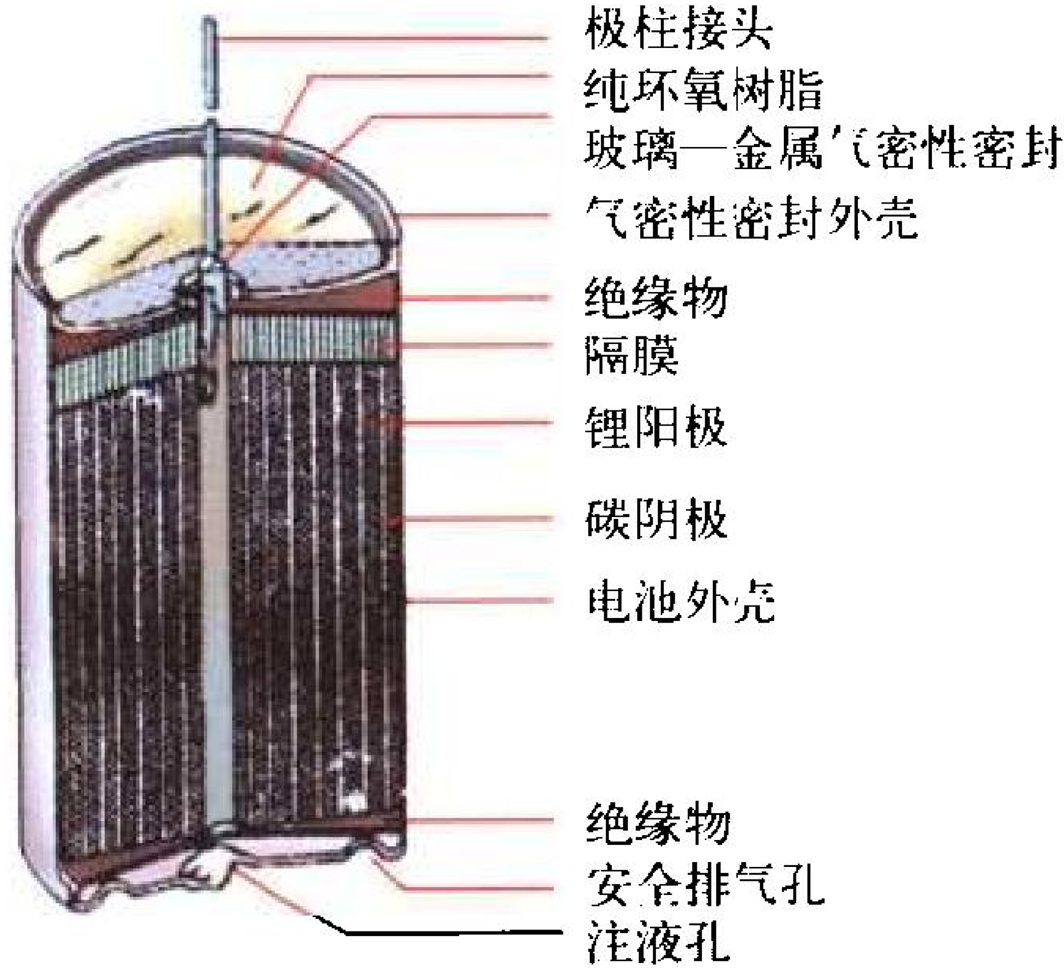
lidianchi

**锂电池**　lithium battery　一类以金属锂、锂合金或锂离子嵌入材料为负极的化学电源的总称。它是近 30 年来获得最快发展的新型高比能量电池体系。由于锂的标准电极电位很负（相对标准氢电极电位为 －3.05 V），而且，理论比容量高达 3.88 A · h/g。与常规电池相比，锂电池具有电压高（3 V 左右）和比能量大（200～450 W · h/kg）等特点。此外，由于锂电极的化学活性高，遇到水会发生剧烈反应生成氢气并放热，因此一般锂电池必须采用非水的有机或无机液体或固体电解质，而且其中的水分含量应小于 100 ppm。非水电解质的冰点一般都较水溶液低，故大多数锂电池的低温工作性能优异，一般均能在 －20℃ 下工作，有的电池甚至可在 －50℃ 下工作。锂电池产品包括：(1)锂原电池，又称锂一次电池；(2)锂贮备式电池，包括电解液分置式和热电池两类；(3)锂蓄电池，又称为锂二次电池。锂离子蓄电池是目前实用化蓄电池中比能量最高的一种电池。锂电池可用于军事通信、导弹火箭的电源，也可用于民用通信及仪表声像设备等的电源。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

li'eryanghualiu dianchi

**锂二氧化硫电池**　$Li/SO_2$ battery, lithium sulphur dioxide battery　负极为锂（Li）、正极为多孔碳电极，正极活性物质为溶解在电解液的 $SO_2$ 气体，电解液由溴化锂（LiBr）、乙腈（AN）和碳酸丙烯酯（PC）组成的有机电解质锂电池。放电时，锂负极氧化，失去电子，锂离子（$Li^+$）进入电解液，电子由外电路转移到正极，与多孔碳密切接触的二氧化硫分子反应生成连二硫酸根离子，再和电解液中的锂离子结合，生成不溶解的产物连二亚硫酸锂（$Li_2S_2O_4$）。由于采用了四元电解液（LiBr–AN+PC+$SO_2$），即使在 －50℃ 的低温下，其电导率仍为 $2.4\times10^{-2}/\Omega\cdot cm$，故 $Li/SO_2$ 电池有极好的低温性



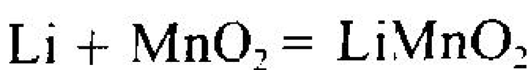

卷式锂二氧化硫电池剖视图

能，这是其他原电池都不能相比的。但是，锂二氧化硫电池也有缺点，如由于锂电极与电解液接触生成了结构致密的连二亚硫酸锂膜，放电初期常常出现电压滞后现象。锂二氧化硫电池大多制成圆柱形，电极为卷式结构，壳体上设有安全阀，设计容量从 1～20 A · h，结构如图所示。近年来，锂二氧化硫电池在军事方面获得较大的应用，主要用于军事电台（尤其在高寒地带）、夜视仪、声呐浮标和全球定位系统等。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

li'eryanghuameng dianchi

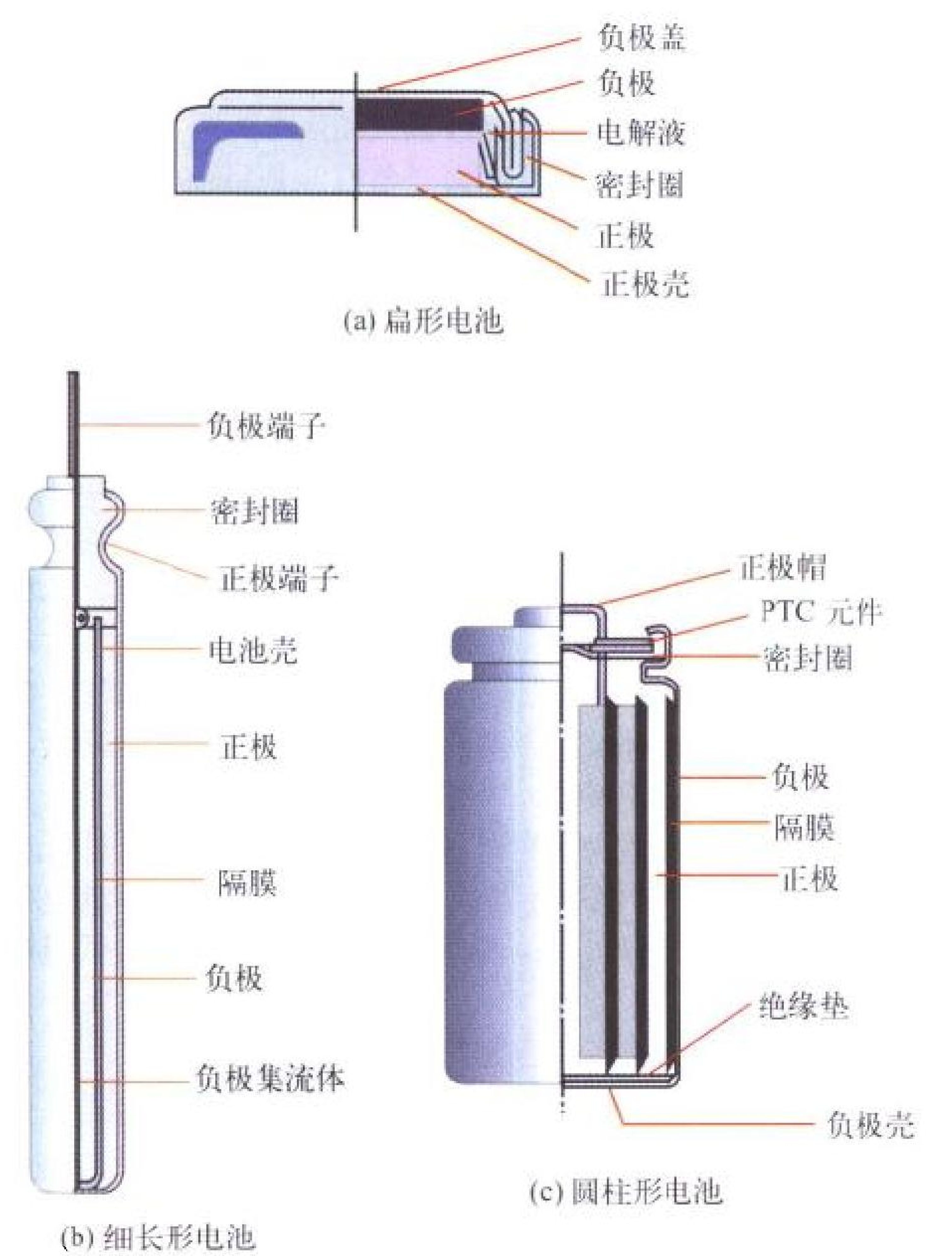
**锂二氧化锰电池**　$Li/MnO_2$ battery　又称锂锰电池。一种以金属锂为负极、$MnO_2$ 为正极所构成的典型的有机电解质电池。放电时，锂负极上发生氧化反应，锂离子（$Li^+$）脱离金属 Li 进入电解质，扩散并嵌入到正极 $MnO_2$ 晶格之中，生成 $LiMnO_2$。电池总反应为



$$Li + MnO_2 = LiMnO_2$$

根据上述反应机理，电池的开路电压在 3.5 V 左右，工作电

压为 2.8 V，放电终止电压为 2.0 V，电池的比能量可达 250 W · h/kg，约为普通干电池比能量的5倍。锂锰电池的结构大致有以下几种：扁平、细长和圆柱形等（如图所示）。



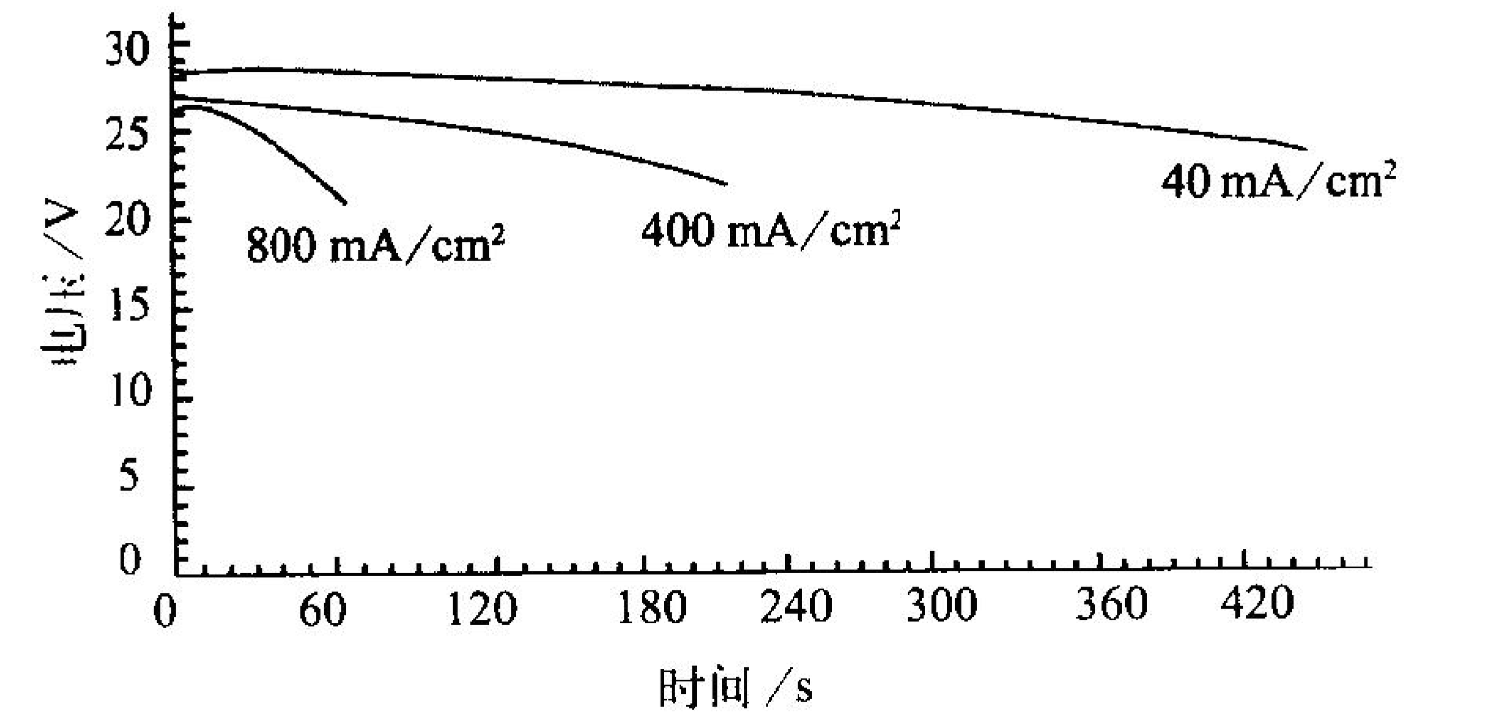

锂锰电池结构图

近年来，锂锰电池已获得越来越广泛的应用，为目前产量最高、用途最广的锂原电池。它已广泛用于液晶显示计算器、电子表、电子钟、助听器、测量仪、电子玩具、收音机、录音机、电能表、地雷、水雷、无线电设备等。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

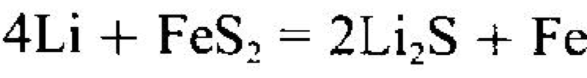
lihejinliuhuatie redianchi

**锂合金—硫化铁热电池**　lithium alloy-iron disulfide thermal battery　一种正极活性物质为 $FeS_2$，负极活性物质为锂合金的热电池。用作热电池负极活性物质的锂合金有 LiAl、LiSi、LiB 及其他多元锂合金等。目前已投入工程应用的热电池，主要采用 LiAl 和 LiSi 合金；LiB 及其他多元锂合金




LiAl—$FeS_2$ 热电池典型放电曲线图

尚处于研制开发阶段。通常以二元 LiCl – KCl 或三元 LiCl – LiBr – KBr、LiCl – LiBr – LiF 共熔盐为电解质。电池的反应式为



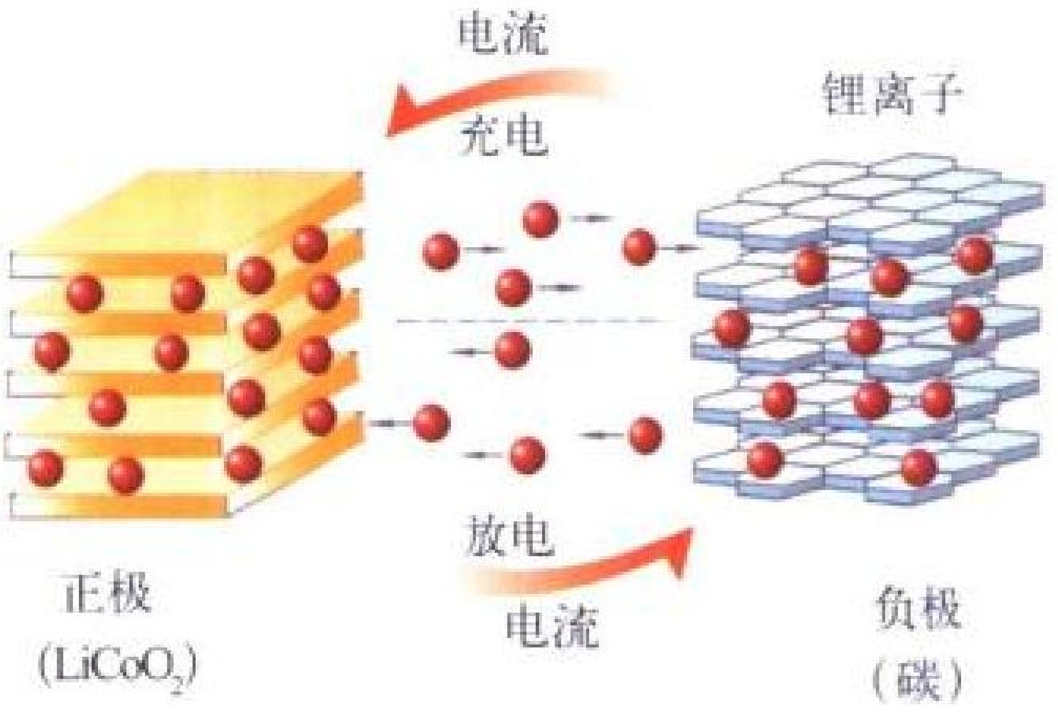
$$4Li + FeS_2 = 2Li_2S + Fe$$

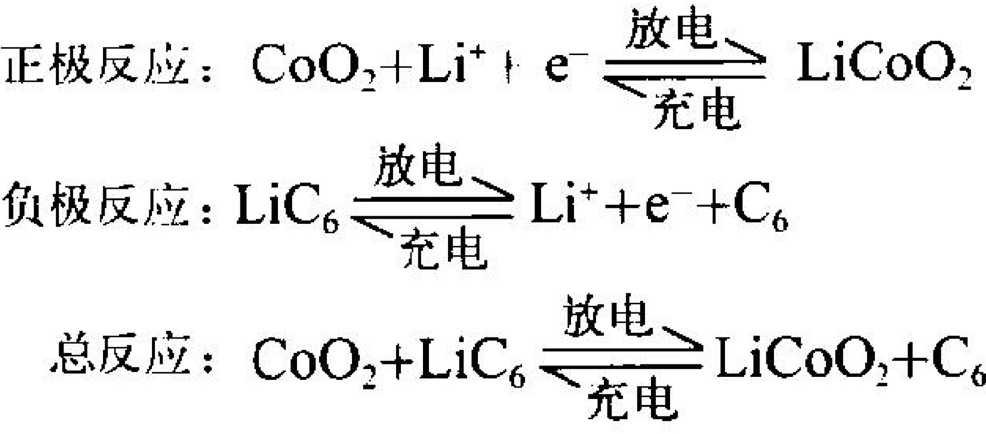
锂合金—硫化铁热电池的优点是工作电流密度大（稳态电流密度为 400～800 $mA/cm^2$），如图所示，脉冲电流密度可达 10 $A/cm^2$；工作寿命长；工作电压平稳，无电噪声；内阻小；比特性高，并具有良好的机械性能（能承受200000 $m/s^2$的冲击）。其缺点是工作电压偏低（单体电池电压 1.7～1.95 V）。锂合金—硫化铁热电池出现于 20 世纪 70 年代末，80 年代初期已在我国正式使用。它已在武器系统设计中成为首选的热电池品种，如一次激活锌银电池，在战略武器中得到广泛的应用。

（撰写：董树本　审订：宋海德）

lilizi dianchi

**锂离子电池**　lithium ion battery　由锂离子可逆嵌入和脱嵌的碳材料代替金属锂作负极，可逆脱嵌和嵌入锂离子的高电位氧化钴锂等作正极和 $LiPF_6$/ EC + DEC 为电解质所构成的新型蓄电池。$LiCoO_2$ 正极锂离子蓄电池的工作原理如图 1 所



正极反应：$CoO_2+Li^++e^- \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiCoO_2$

负极反应：$LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Li^++e^-+C_6$

总反应：$CoO_2+LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiCoO_2+C_6$

图 1　锂离子蓄电池的充、放电反应原理图

示。由于锂离子从碳材料晶格中的脱嵌发生在接近金属锂的电极电位（较锂电极电位正），且 $LiCoO_2$ 正极反应的电极电位约在 4.0 V 左右（相对锂电极），因此这种新型蓄电池具有较高的工作电压（平均工作电压 3.6 ～ 3.7 V）和较高的比能量（100W · h/kg 以上）。此外还有低的自放电率（约 6% 每月），长循环寿命（大于1000 次，100% DOD），无记忆效应和无污染等特点。目前商品锂离子电池按形状分类有圆柱形（如图 2 所示）、方形和扣式（或钱币型），已广泛应用于手机、笔记本计算机和各种军用电台，并将用于卫星、电动车辆和其他

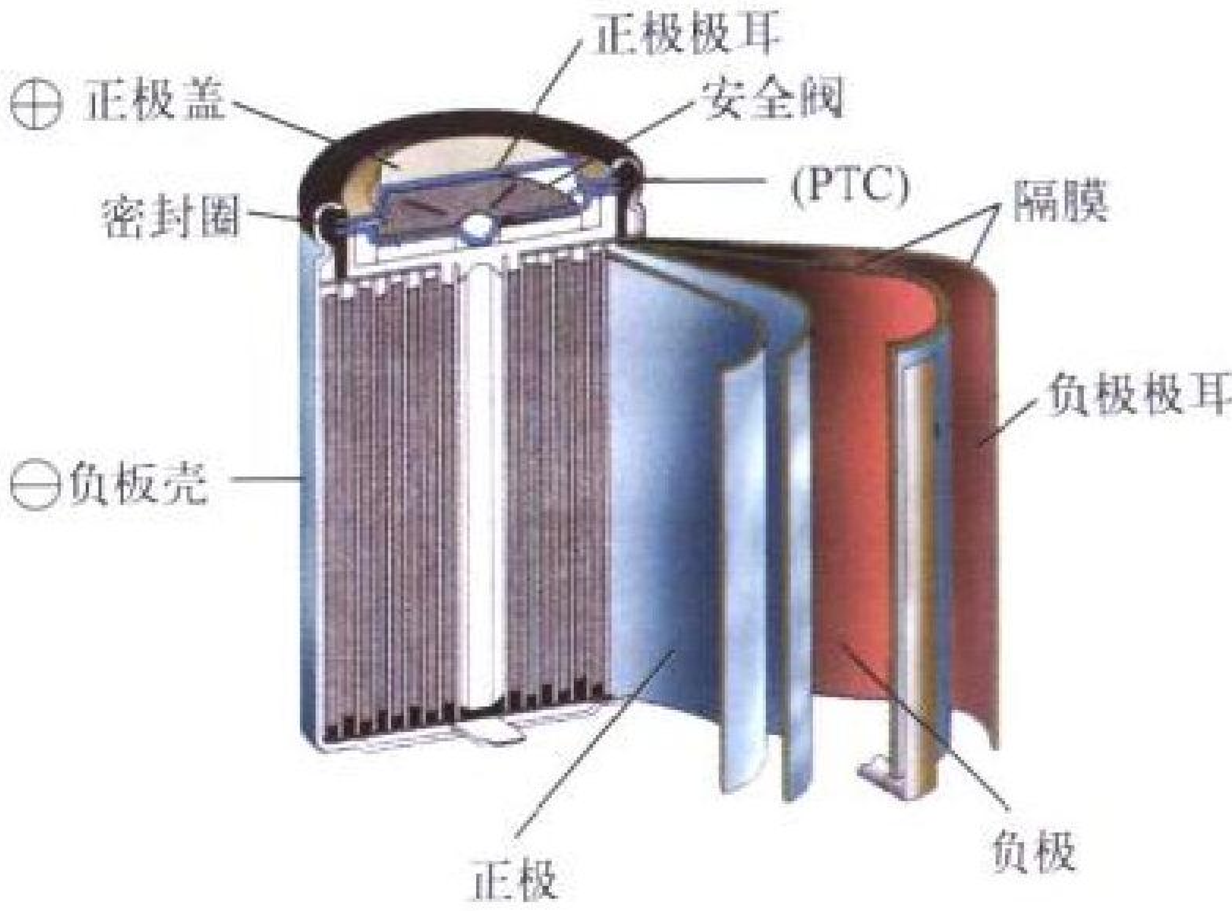



图 2　圆柱锂离子蓄电池结构图

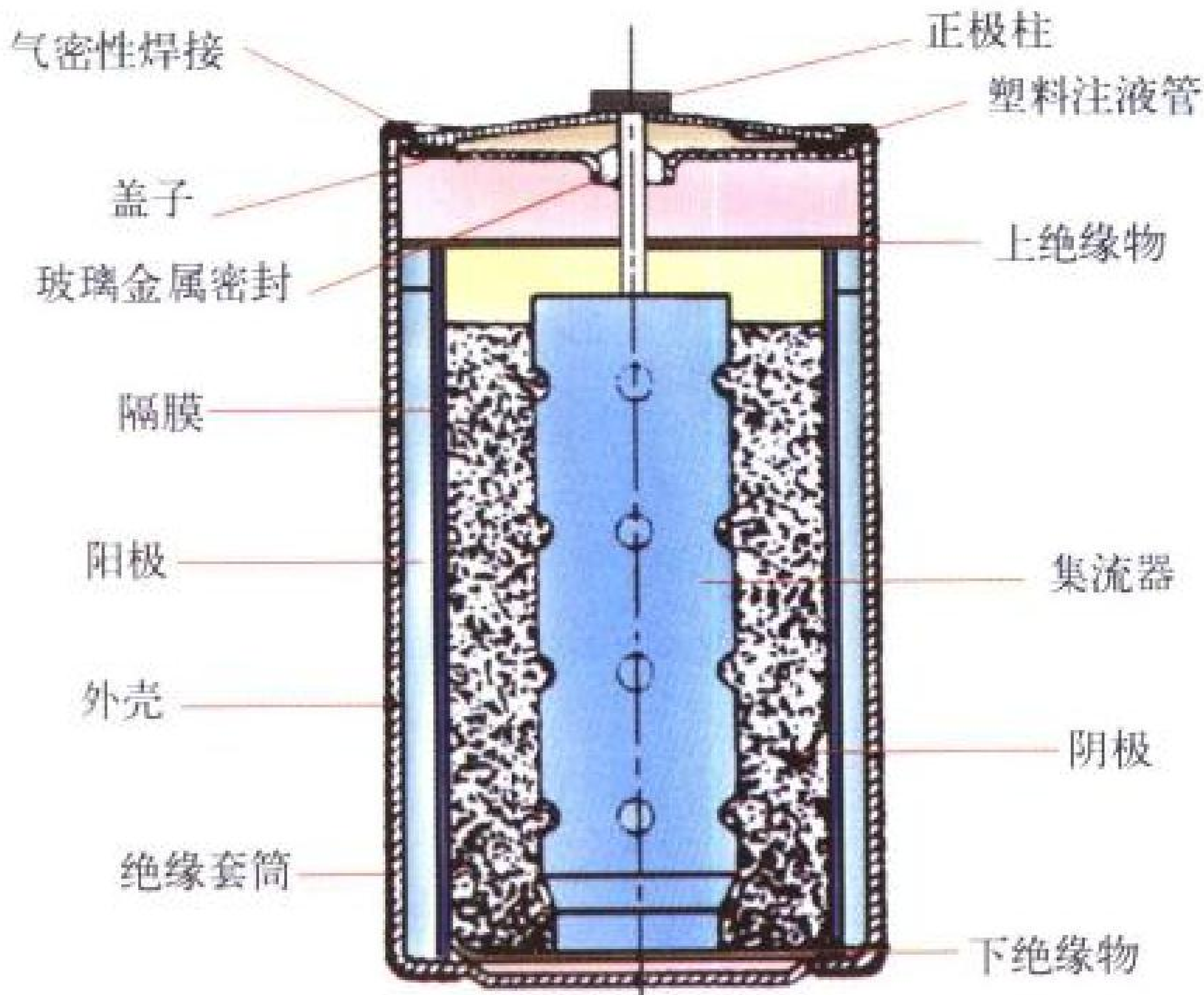
电子装备。锂离子电池问世不到 10 年，它的发展远远没有停止，目前全世界的科技和工业界都在努力发展锂离子电池及相关技术，不断开发新产品，扩大市场范围。技术发展方向主要有以下三方面：⑴ 发展卫星和电动汽车用大容量锂离子电池；⑵ 开发及使用新的高性能、低成本电极、电解质和隔膜材料等，使电池性能进一步提高，成本大幅度降低；⑶ 加速薄形化（厚度不大于 4 mm）聚合物锂离子和软包装锂离子电池的实用化进程。（撰写：汪继强 审订：宋海德）

lixudianchi

**锂蓄电池** lithium secondary battery 采用金属锂、锂合金或锂离子嵌入材料作负极的可充电电池的总称。属于这一范畴的有四类电池：⑴ 锂有机电解质蓄电池，如 $Li/V_6O_{13}$ 蓄电池（电解质为 $LiPF_6/PC+ME$）、$Li/MoS_2$ 蓄电池(电解质为 $LiPF_6/PC+DME$)、$Li/MnO_2$ 蓄电池（电解质为 $LiPF_6/PC+DEC$）；⑵ 锂合金熔盐电解质蓄电池，如 $LiAl/FeS_2$ 蓄电池（电解质为 LiCi–KCl 共熔体），工作温度（350～450℃）；⑶ 锂聚合物电解质蓄电池，如 $Li/VO_x$ 蓄电池（工作温度 60～80℃）；⑷ 锂离子蓄电池（包括聚合物锂离子蓄电池），如 $C/LiCoO_2$ 蓄电池（电解质为 $LiPF_6/EC+DEC$）、$C/LiNiO_2$ 蓄电池（电解质为 $LiPF_6/EC+DEC$）、$C/LiMn_2O_4$ 蓄电池（电解质为 $LiPF_6/EC+DEC$）。锂蓄电池的共同特点是具有高电压（3 V 和 4 V 体系）和高比能量（100～200 W · h/kg）。在以上四种体系中，锂有机电解质蓄电池是最早开始研究的，1985 年曾将 $Li/MoS_2$ 蓄电池投入生产及应用，但因为在使用过程中，由于锂电极上形成树枝状锂，穿透隔膜，致使电池短路，终使厂家停止了其生产和应用。1990 年日本研制 $C/LiCoO_2$ 型锂离子蓄电池成功，在该电池中用碳代替了金属锂，使锂离子在碳的晶格中嵌入和脱嵌，避免了枝晶生成，终于使这一新型蓄电池走向实际应用。各国仍在致力于熔融盐和聚合物电解质锂蓄电池的研究，以求达到更高的比能量和比功率。（撰写：汪继强 审订：宋海德）

liyaliuxianlü dianchi

**锂亚硫酰氯电池** lithium thionyl chloride 负极为金属 Li，正极为多孔碳电极，其活性物质为液态亚硫酰氯（$SOCl_2$）所构成的典型的非水无机电解质电池。放电时，负极锂原子氧化失去电子，生成锂离子进入电解液，电子由外电路转移到正极碳上，与碳密切接触的亚硫酰氯分子获得电子而还原，



碳包式锂亚硫酰氯电池剖视图

生成 LiCl、$SO_2$ 和 S。锂亚硫酰氯电池体系的理论电压为 3.62 V，而理论比能量可达 1470 W · h/kg，电池的放电平稳电压在 3.4～3.6 V 之间，而实际比能量可达 300～450 W · h/kg，是当前电池中最高的一种。锂亚硫酰氯电池品种相当多，但主要有圆柱形（包括 AA、C、D 型以及其派生型 1/2 AA，1/2 C，DD 型等）、矩形和扁圆形等几种。如图所示为碳包式锂亚硫酰氯电池（低放电率型）的结构图。高放电率电池采用卷式结构，反应面积大大增加，一旦发生短路可能引起热失控，因此需要有可靠的放气阀等安全措施。近年来，该电池的应用范围主要有：记忆电路、电台干扰设备、导弹发射井、夜视仪、示位标、全球定位系统、导航设备、声呐、工业仪表、水下检测、反坦克电子设备、石油钻井和未来鱼雷动力源等。（撰写：汪继强 审订：宋海德）

liti zuzhuang jishu

**立体组装技术** cubic packaging technology 把二维平面电路（包括集成电路芯片、大圆片规模集成电路（WSI）、多芯片组件（MCM）等）一块块叠装起来，利用平面电路的底面或侧面边缘在垂直方向实现电气和结构的可靠互连，形成三维立体组装电路模块的技术。该技术可以大大减小体积和重量，提高芯片组装密度（芯片组装密度是指芯片面积与基板面积之比，立体组装的芯片组装密度可达到 100%），降低功耗，

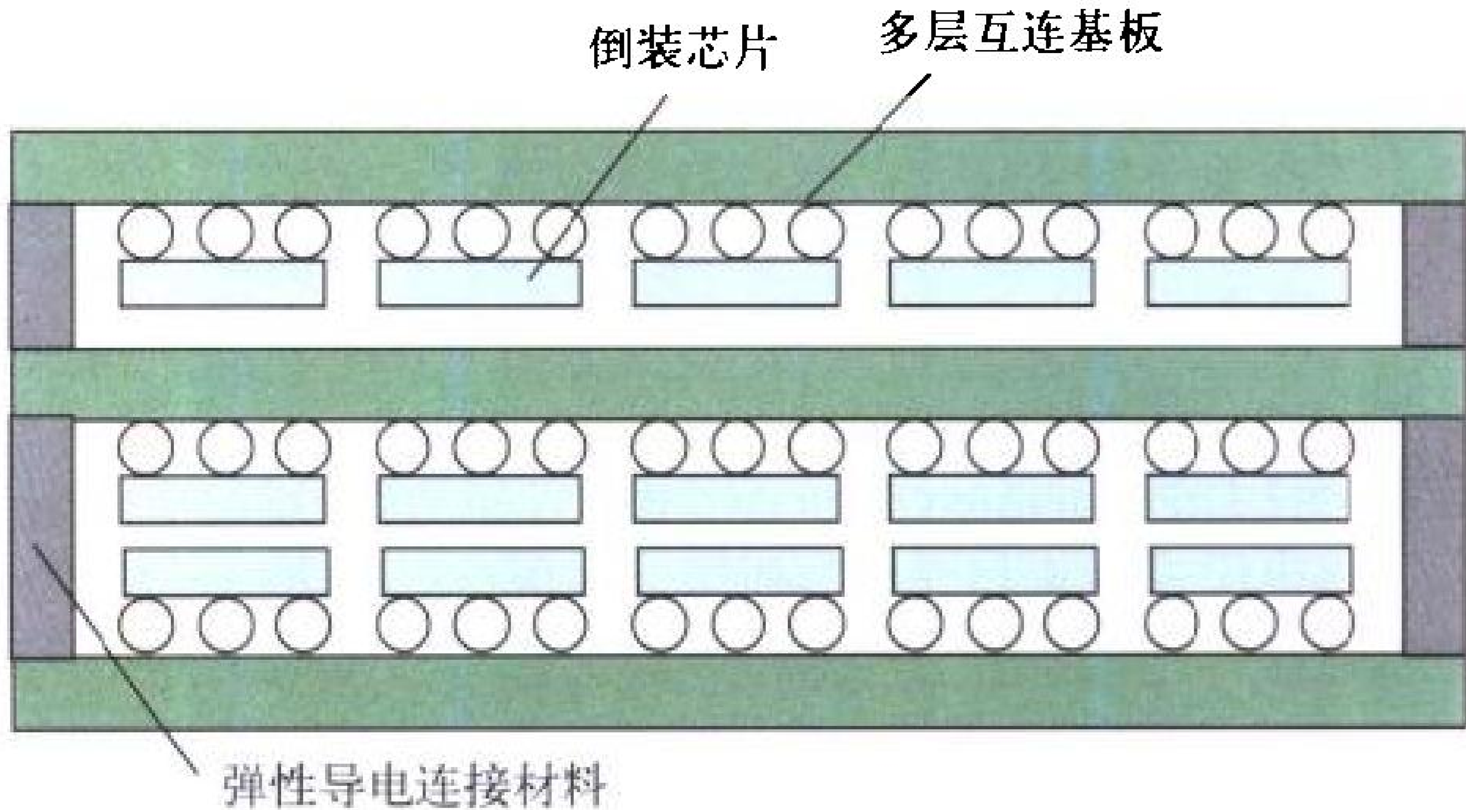


图 1 利用 MCM 的周边进行垂直互连的立体组装结构

提高电路运行速度。在立体组装技术中最关键的技术是垂直互连技术，它又分为利用被叠装的芯片或 MCM 的周边进行垂直互连（如图 1 所示）和利用被叠装的芯片或 MCM 的底面进行垂直互连（如图 2 所示）两种方法。

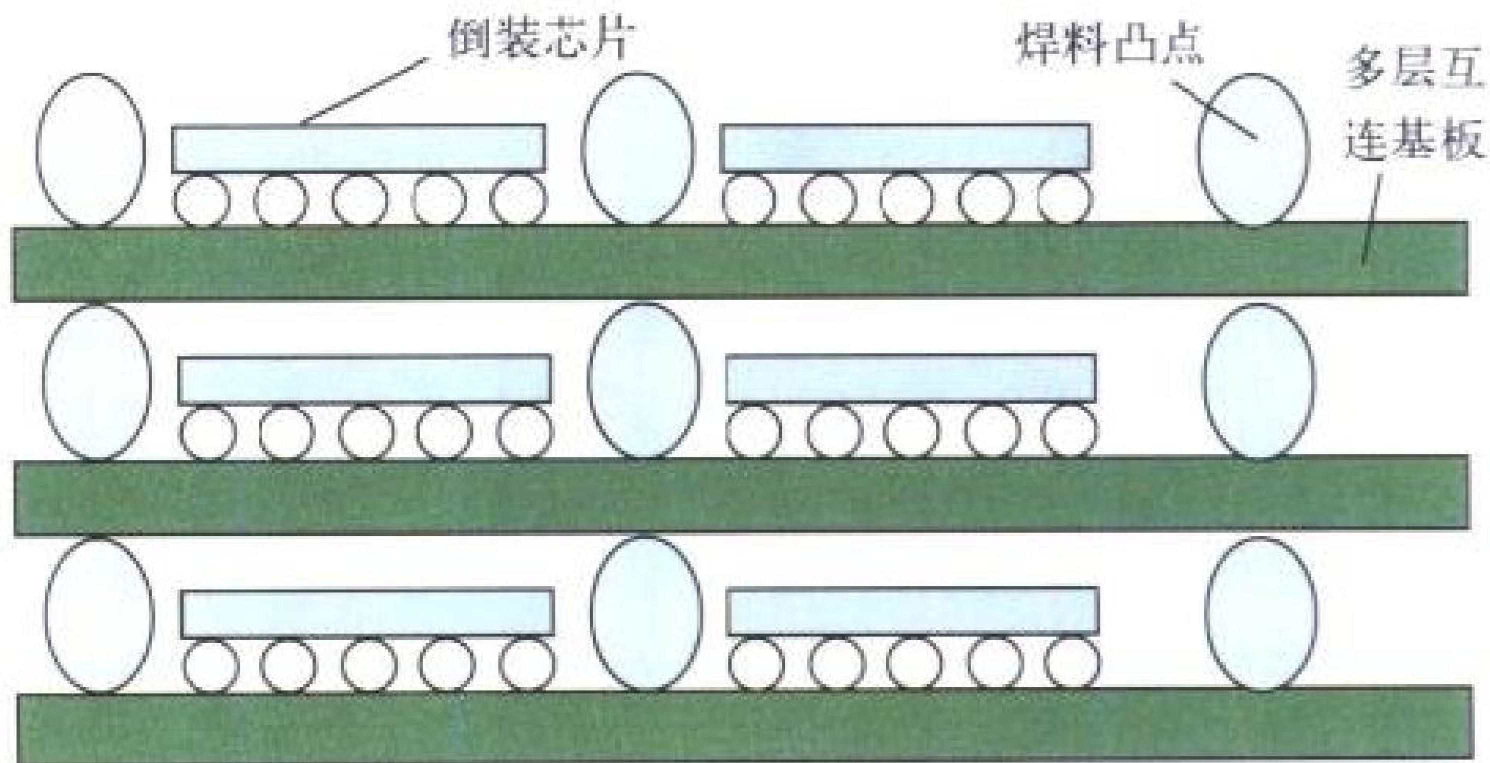


图 2 利用 MCM 的底面进行垂直互连的立体组装结构

（撰写：严伟 审订：周德俭 李怀霞）

liyong duogongneng jiaotong weixing de xingji zengqiang xitong

**利用多功能交通卫星的星基增强系统** MTSAT satellite

based augmentation system (MSAS) 由日本民航局为民用航空应用而开发的 GPS 星基增强的系统。MSAS 系统原理与美国 WAAS 相似，并与 WAAS 兼容。MSAS 从 1996 年开始实施，系统建成时将包括2个空间转发器(MTSAT-1 和 MTSAT-2 卫星)、2 个基准站和 2 个主控站。覆盖范围为日本飞行服务区，也可以逐步扩展到亚太地区。MTSAT 是多功能传送卫星 (multi-functional transport satellite) 的缩写，MTSAT 将为空中飞机提供通信和导航服务，并可为亚太地区的机动用户发送气象数据。按照 MSAS 计划，1999 年发第一颗 MTSAT-1 多功能卫星，2000 年进入初始运行阶段，2004 年发 MTSAT-2、2005 年进入全面运行阶段。

（撰写：丁 群　审订：邱致和）

lianfa shesu celiang

**连发射速测量** continuous firing muzzle velocity measurement 用于连发速射武器弹丸飞出炮口时刻速度测量的技术，是外弹道测速雷达的一种，用于武器研制和靶场鉴定。连发速射武器初速的测量是针对 20 世纪 80 年代以来出现的高射速连发武器的实验和验证而提出的。其与普通测速雷达的主要区别在于要实现在短时间内对大量弹丸的区分和初速测量。设备实现上采用的是高速实时信号处理器和大量弹丸数据的分辨算法。目前的连发武器初速测量设备可实现对中等射速连发武器初速的测量。连发射速测量设备也可以安装于连发火炮和连发舰炮上，与火控系统的计算机组成闭环系统，实时修正射击诸元，以提高火炮威力。

（撰写：张 军　审订：陈 旸）

lianjieqi zuzhuang

**连接器组装** connector assembly 采用软钎焊或压接技术，将电缆或线束与连接器连接，实现良好的电信号传输和机械连接。连接器组装后的特性测试分为电气测试和机械测试。电气测试包括接触电阻、绝缘电阻、耐压、浸水试验(只适用于有密封防水要求的)、屏蔽效率等；机械测试包括锡焊（或压接）后的抗拉强度、抗振动、抗冲击、接触件固定性、啮合力和分离力等。连接器种类、电缆及线束规格繁多，有多种组合方式，在电子设备中得到普遍应用。单部电子设备内的电信号传输，两部或两部以上设备之间的电信号传输都离不开连接器组装，并且在今后的电子设备中还将广泛应用。缺点是在使用中常有接触不良现象，影响电信号的传输。目前使用连接器浸涂 DJB－823 的方法可有效地减小插拔力，且有一定的“三防”作用。


连接器组装图例

（撰写：贾 军　审订：张为民　周德俭）

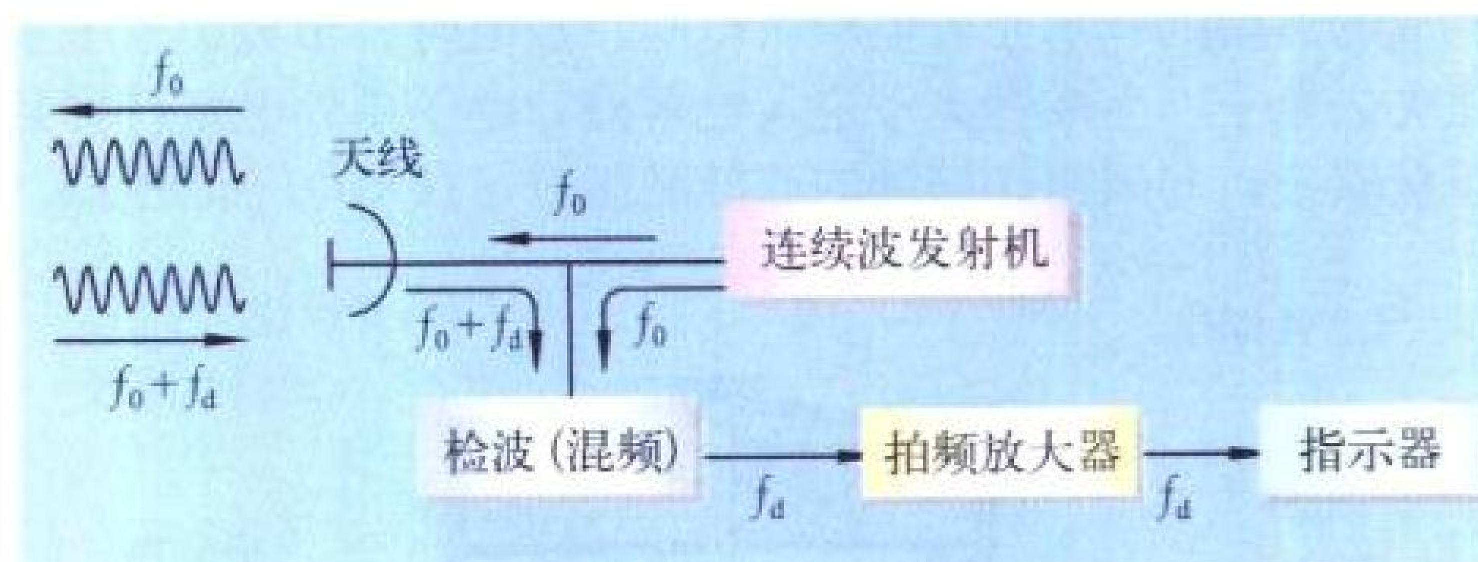
lianxubo celiang xitong

**连续波测量系统** continuous wave measuring system 利用连续波无线电信号对飞行器轨道参数进行测量的技术设施。连续波测量系统一般采用协同工作方式，即安装在被测飞行器上的应答机接收地面站上行信号后，将其变换为下行信号，转发给地面站。地面终端比较上下行信号的起止相位或时间延时，可得到被测目标相对测量系统的距离，并利用目标运动产生的载频多普勒频率来测量目标速度。连续波测量系统必须采用 6 个或 6 个以上的测量元素，以满足确定飞行器弹道参数的要求。按基线可分为非基线单站测量体制和有基线的多站测量及干涉仪测量体制。高精度连续波测量系统，主要采用长(中)基线干涉仪和长(中)基线多站制测量体制。干涉仪测量体制测量元素为 $R$、$r_1$、$r_2$、$\dot{R}$、$\dot{r}_1$、$\dot{r}_2$，它一般由 1 个主站、2～3 个副站组成，主副站的信号相位是相干涉的，各副站信号转发到主站统一处理。多站制测量体制测量元素为 $K$、$R$、$\dot{R}$，它由 $K$ ($K\geqslant 3$) 个测量站组成。连续波测量系统根据测距信号的形式又可分为纯侧音、伪随机码和混合信号三种测量体制。纯侧音体制测距信号为纯正弦波信号组成，其特点是精度高、捕获快、设备简单，但解模糊能力和抗干扰能力较差。伪码体制的测距信号是伪随机编码序列，其特点与纯侧音正好相反，解模糊能力和抗干扰能力强，但精度低、捕获慢、设备较复杂。混合体制测距信号是将侧音和伪码信号结合使用，既有较高的精度，又有较好的解模糊能力。

（撰写：陈继明　审订：于景瑞）

lianxubo leida

**连续波雷达** continuous wave radar 发射连续波信号的雷达。信号形式可以单频率、多频率或频率经过调制的连续波。单一频率的连续波雷达信号形式简单，发射频谱很窄，有效地降低了无线电干扰，同时由于不存在速度模糊，能对相当距离范围内的目标进行测速，信号处理也较为简单，但是它不能用来测距。经过频率调制后的连续波雷达不仅可以测速而且可以测距，但由于发射信号为宽带信号，因而在噪声中提取信号存在匹配滤波的问题。连续波雷达在测速方面具有很大优势。因此主要用于机载多普勒导航仪、雷达测速表、导弹和炮弹的测速以及船只和车辆的测速等。连续波雷达最严重的缺点是信号泄漏(发射信号及其噪声直接漏入接收机)和近距离背景干扰。因此当收发共用天线时通常采用环形器、混合接头等办法提高收发间的隔离，但收、发分开的天线可获得更高的隔离度，同时合适的调制形式也能抑制泄漏和提高系统的抗干扰能力。



单频连续波雷达框图

（撰写：郭 欣　审订：刘国岁）

lianxu gongzuo jizhunzhan

**连续工作基准站** continuous operation reference station (CORS) 由美国大地测量局建立的 GPS 增强系统，以支持 GPS 的非导航和后处理应用。CORS 系统从遍布全美国的 GPS 网站获取码伪距和载波相位数据，并利用因特网将这些数据提供给用户。美国大地测量局利用其他部门建立的台站来组成 CORS，而不是建立一个独立的基准站网。CORS 的基准站网包括了美国海岸警卫队的海用 DGPS 基准站，气象网

基准站和测地网基准站。在1998年1月，已有144个台站提供CORS数据。分布于各地的CORS数据送到中心站(通过因特网或电话数据包服务，如X.25)，在中心站，数据被转换成统一的格式，并放在文件中，以便用户通过因特网获取。在因特网上可得到50天的数据，超过50天的数据可以从CD ROM上得到。除了数据，中心站还提供用于提取、处理和内插数据的软件。CORS天线的精确位置被计算和监测，如多路径模型和对流层、电离层折射模型，以提高CORS数据的精度。CORS系统的数据被政府、学术界及工业部门用于地球物理学研究，大地测量，地图、海图绘制和地理信息系统。（撰写：丁 群 审订：邱致和）

lianbian

**联编** binding 又称绑定。指一个对象(或事物)与其某种属性或一个外部对象建立某种联系的过程。联编主要用于程序设计语言、数据库等方面。在程序设计语言中，是指把类型、变量、过程或函数映射为外部对象的过程。如：Ada语言支持C语言联编，即Ada语言中的类型、变量、过程或函数声明可以映射成C语言中相应的实现，从而使程序员在Ada程序中使用C语言编写程序成为可能。在数据库系统中，是指把数据的一种视图转换为另一种视图的过程。在应用程序可以使用数据之前，先要把应用程序的局部逻辑视图(子模式)绑定到数据库的全局逻辑视图(模式)，然后再绑定到物理视图(存储模式)。绑定的时间可以在编译时进行(称静态绑定)，也可以迟至取数据时进行(称动态绑定)。一般而言，编译时进行绑定可提高运行效率，但适应修改的灵活性就较差；延迟绑定可取得相反的效果。程序设计语言的设计必须在灵活性和效率之间求得平衡，绑定时间的控制正是达到这种平衡的一个重要手段。

（撰写：张晓先 审订：瞿兆荣）

lianhe jianshi mubiao gongji leida xitong

**联合监视目标攻击雷达系统** joint surveillance target attack radar system (JSTARS) 联合监视目标攻击雷达系统是美国空军和陆军的联合项目，它是侦察跟踪敌方地面目标并引导武器系统对其实施攻击的一种机载系统。它由机载部分(E-8)和地面部分(GSM)以及武器接口装置组成。机载部分包括安装在E-8飞机上的多功能雷达、高速数字信号和数据处理设备、通信设备、显示器和操作控制分系统等(见图)。E-8是一种全天候能远距离发现、分类、跟踪大量地面目标、并能向飞机、远程炮、导弹等纵深反击武器提供实时目标位置及战场态势的装备。陆军根据它提供的信息可作打击敌方目标和调动兵力之用。此外，E-8还能提供打击后的实时战果情报。E-8的载机是波音707，它的雷达既具有合成孔径雷达的性能(对地面静止目标进行成像)，又具有地面运动目标显示功能。E-8有两种侦察监视方式：一种是广域监视方式，能跟踪300 km内数百乃至数千个地面移动的目标；另一种是高分辨工作方式，操作员能对桥梁、公路、汽车、坦克、低空直升机及部队集结情况实施精确定位显示。联合监视目标攻击雷达系统的地面部分有两种形式：一种是地面站(GSM)；另一种是缩小尺寸的地面站(DGSM)。E-8的雷达数据全部传送到地面站，供陆军指挥远程炮、地地弹和兵力部署用。（撰写：李兆芳 审订：刘 兴）




E-8A飞机

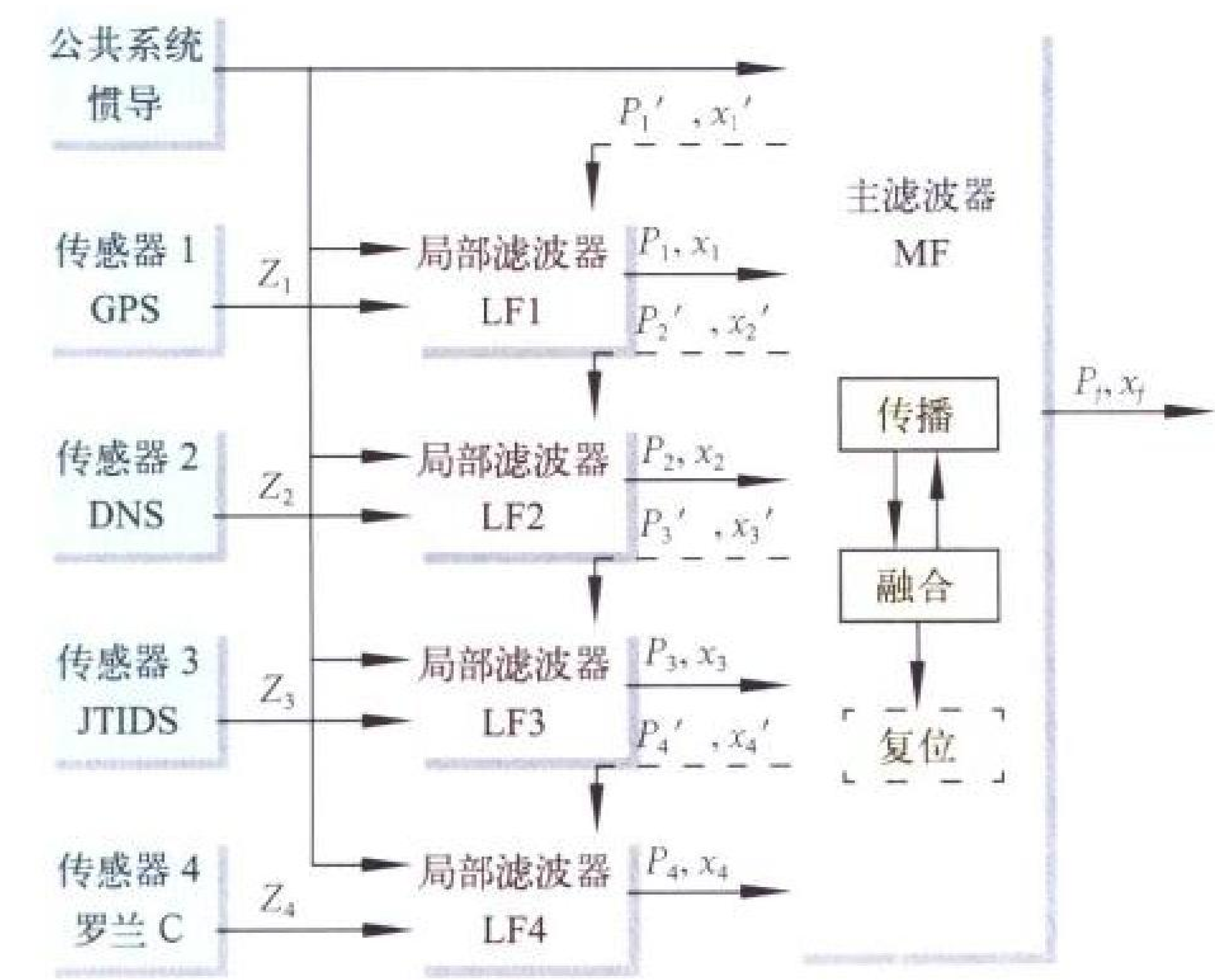
lianhe jianshi xitong

**联合监视系统** joint surveillance system (JSS) 1977年，为加强北美防空网的作战能力，美国和加拿大联合提出了联合监视系统计划(即968H计划)，以接替比较落后的赛其(SAGE)半自动防空系统和备用截击控制(Buic)系统。这项计划包括两个部分：(1)将空军现有的对空监视雷达系统和联邦航空管理局航路空中交通管制雷达系统合并成主要由联邦航空管理局操作的共用数据系统；(2)兴建一批现代化的区域作战控制中心，执行整个系统的指挥控制功能。整个计划于1984年全部完成。整个联合监视系统包括：86部雷达，8个区域作战控制中心、6架E-3A机载预警和控制系统。在86部雷达中，美国本土46部(其中36部为美国空军和联邦航空管理局军民合用雷达)，阿拉斯加14部，夏威夷2部，加拿大24部。8个区域作战控制中心的分布为：美国本土4个，分别设于格里菲斯、廷德尔、马奇和麦科德4个空军基地、阿拉斯加埃尔门多夫空军基地和夏威夷各1个、加拿大2个，分别设于北湾市和安大略。这8个区域作战控制中心是联合监视系统的核心部分。每个中心通过专用陆上通信线路从雷达数据系统接收监视信息，并把空袭的威胁信息直接转送到北美防空防天司令部。各区域作战控制中心之间也可以互相通信，把一个地区进入另一个地区的目标信息转交给另一个中心。每个区域作战控制中心一般分为作战控制室、人工输入室和中央处理机室三个主要部分。区域作战控制中心主要承担和平或危机时期的管理，在受到核攻击情况下，控制将转移给生存能力更强的E-3A机载预警和控制系统承担。（撰写：李兆芳 审订：刘 兴）

lianhe ka'erman lüboqi

**联合卡尔曼滤波器** federated Kalman filter 传感器数目多于2个的多传感器组合导航系统。如GPS/INS/罗兰C、GPS/GLONASS/INS和GPS/INS/JTIDS/TAN/SAR等(其中JTIDS是联合战术信息分发系统，TAN是地形辅助导航，SAR是合成孔径雷达)。与一般的双传感器组合系统相比，多传感器组合导航系统的状态变量和观测量的总数要多得多，以致传统的集中化卡尔曼滤波器因存在两大难以解决的问题而不再适用：一是计算负担过重而影响实时处理能力，二是容错能力差。20世纪80年代出现的联合卡尔曼滤波器(见图)能够满足多传感器组合导航系统的要求。从图中可见，该滤波器由4个局部滤波器和一个主滤波器构成。外部传感器GPS、DNS、罗兰C及JTIDS与公共系统(惯导)分别用4个局部滤波器输出局部最优的估计结果；主滤波器依

次处理和综合所有的局部输出，给出全局最优的估计结果；作为公共系统的惯导为每个局部滤波器及主滤波器提供共享信息；每个局部滤波器事实上与传统意义上的卡尔曼滤波器没有多大的区别。由于这种分块估计、两步级联联合滤波结构的实现是以平行滤波技术和信息共享原理为基础的，所以具有实时性好、容错性强和精度高的优点和潜力。联合滤波结构有多种工作模式，而每种工作模式各有其独特的性能特点，可以根据用户对估计精度、实时处理能力、故障检测与隔离以及容错水平的实际要求，确定其适宜的工作模式。

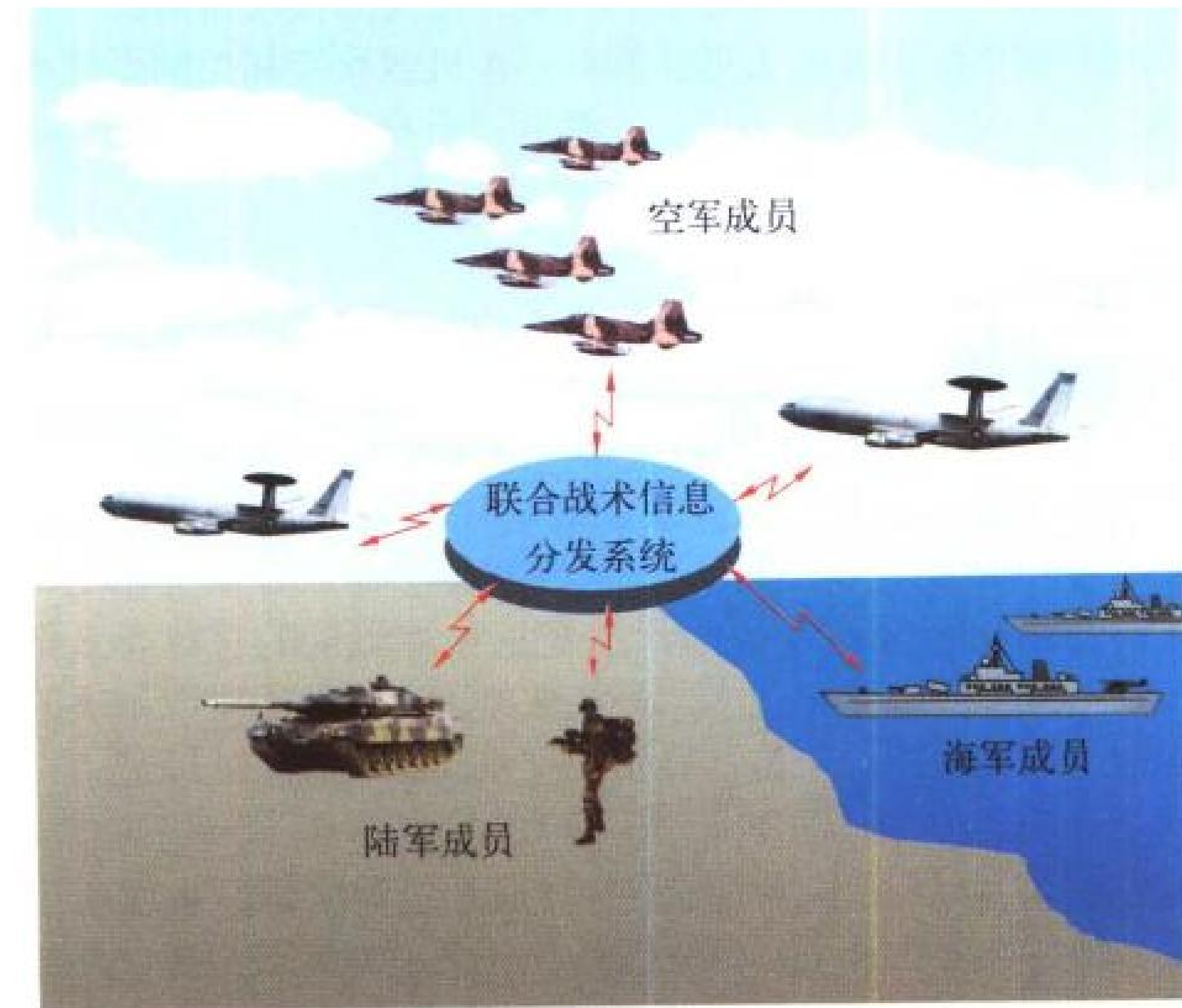



联合滤波结构框图

（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

lianhe zhanshu xinxi fenfa xitong

**联合战术信息分发系统**　joint tactical information distribution system (JTIDS)　用同步时分多址接入方式组织的无线网络，同时提供通信、导航与识别功能。各系统成员按其拥有信息的多少，分配相应数量的时隙，轮流进行广播，在不广播时则接收，并从中取出自己需要的信息。这样，JTIDS可以把分布在战场上的各种传感器和数据处理器中心所产生的实时敌我态势信息分发到各级指挥所及参战单位，还可以传送由指挥所产生的指挥与控制命令。各系统成员的时钟是精确同步的，因此接收成员只要测出信号的到达时间(TOA)，便能算出距发射成员的距离，这个距离与推算导航系统（例如惯导）用卡尔曼滤波法组合起来，便能在任何条件下产生用户的位置、速度、时间以及航向与姿态信息，从而实现导航。同时，利用密钥对发射信号中的源编码号与识别号之间的关系加以控制，接收成员便能用相同的密钥检验发射成员的敌我属性。JTIDS 采用脉冲信号，工作频率为 960～1215 MHz，其中设有 51 个跳频点，信号采用快速脉间跳频，还有直序扩频和差错控制编码等措施，使之具有较强的抗干扰能力。所有成员都有相同的功能，从而构成无节点系统，使之有较高的抗毁性。JTIDS 同时采用信源加密、基码加密和传输加密，使系统有高的保密能力。系统传输速率为 238 kb/s，而且还可用多网的方法加以提高。空空距离最远可达 900 余千米，因此能覆盖广大战区。系统可容纳上千用户端机。所以 JTIDS 是自动化指挥系统的组成部分（见图），是实现三军联合作战的重要信息系统。




联合战术信息分发系统 (JTIDS) 示意图

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

lianji fenxi chuli

**联机分析处理**　on-line analysis processing (OLAP)　一种对数据库 (DB) 和数据仓库 (DW) 中的共享多维数据进行联机访问和快速分析的技术。联机分析处理应用切片和切块 (slice and dice)、钻取 (drill)、旋转 (pivoting) 等数据操作，以灵活的方式构造、处理和表示综合数据，提供辅助决策使用，使决策人员和高层管理人员能迅速、一致、交互地从多视角观察和分析信息，达到深入理解数据的目的。这种多维数据分析方法与数据仓库的多维数据组织相互结合，相互补充，构建了新型决策支持系统的基础。联机分析处理与联机事务处理 (OLTP) 不同，两者的区别如表所示。联机分析处理的主要特征有：(1) 快速性，系统能迅速响应用户的数据分析请求；(2) 可分析性，系统无需编程即可处理与应用有关的任何逻辑分析和统计分析；(3) 共享性，系统能保证多用户存取数据的安全；(4) 多维性，系统能提供对数据的多维概念视图和分析；(5) 信息性，系统能脱离位置信息从海量的数据中及时获得应用所需的信息和导出信息，并担负对大容量信息的管理。多维概念视图的实现是联机分析处理应用的关键。根据该视图的不同实现方式，目前有基于关系数据库以及基于多维数据库的两种联机分析处理技术。OLAP 与 Web 技术以及与数据挖掘技术的结合，正成为引人注目的发展方向。

**OLTP 与 OLAP 比较表**

| | OLTP | OLAP |
|---|---|---|
| 用　户 | 一般公务员、操作人员 | 管理人员、决策人员 |
| 功　能 | 支持日常操作 | 决策支持 |
| DB 设计 | 面向应用 | 面向主题 |
| 数据特征 | 当前的、细节的、离散的、原始的、可更新的 | 历史的、综合的、集成的、导出的、较长周期内不可更新的 |
| 存　取 | 可读写 | 多种扫描方法 |
| 工作单元 | 短的、简单的事务 | 复杂查询 |
| DB 大小 | 100 MB～1GB | 100 GB～1TB |
| 度　量 | 事务吞吐量 | 查询吞吐量、响应速度 |

（撰写：余性厚　审订：瞿兆荣）

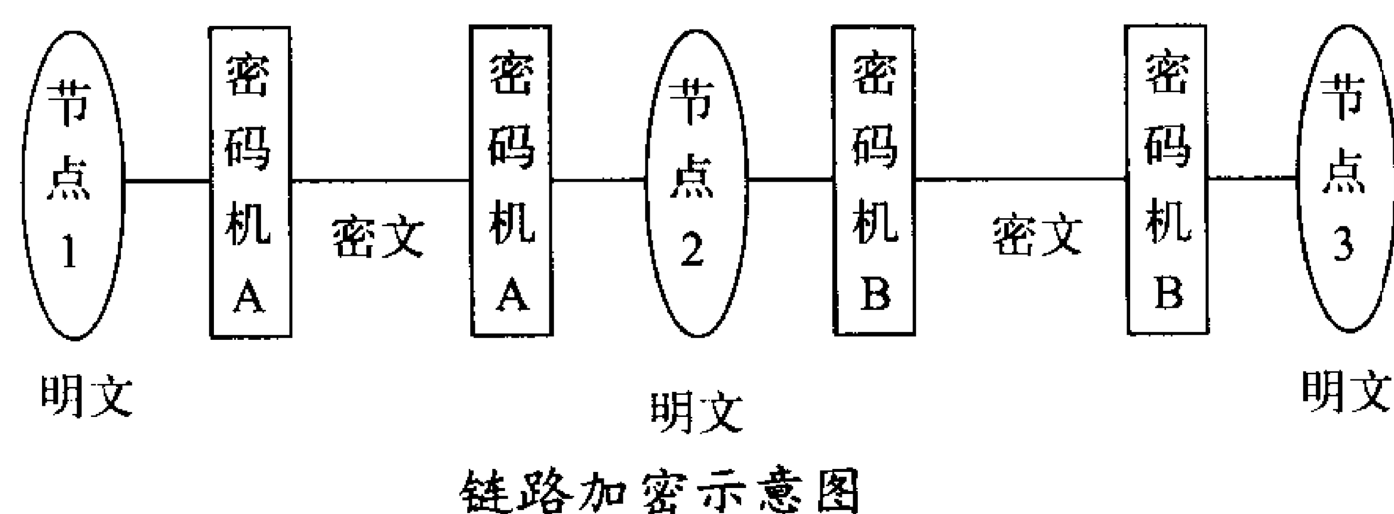
lianji shiwu chuli

**联机事务处理**　on-line transaction processing (OLTP)　以事务元作为数据处理单位的人机交互的计算机应用。一个联机

事务处理一般具有数百乃至上千个用户，它以交互方式为用户提供即时服务。事务元是为完成某一项数据处理任务对数据库所进行的一个操作序列。事务元简称事务，是事务处理的一个基本执行单位。联机事务处理通过终端、个人计算机或其他设备(如自动取款机)输入事务元，经系统处理后返回结果。它要求系统：(1) 有较高的事务元吞吐量，一般应能在1 s 内完成数百乃至更多的事务元处理。系统必须保证事务元有可接受的响应速度，使用户感到是即时的服务。(2) 要求系统提供 7×24 h 的服务。(3) OLTP 一般是一个分布式处理系统，它需要有计算机网络和分布式数据库系统的支持。(4) 系统必须有数据完整性检查、数据安全性控制、数据备份与恢复、统计数据维护等功能。OLTP 在证券交易、银行出纳、期货交易、航空和火车订票、超市销售等领域有广泛的应用。　　(撰写：张晓先　万年红　审订：瞿兆荣)

lianlu jiami

**链路加密**　link encryption　把在线的密码操作应用于通信网中的一个链路(两个相邻节点之间的通信线路)，使得通过这个链路的所有信息都作为一个整体被加密保护(如图所示)。




链路加密示意图

信息的这种加密保护方式具有如下特点：每个节点上的信息都以明文形式出现，因此节点本身必须是安全的；通信网中不同链路上使用的密码机和密码机使用的密钥不必相同；链路加密能防止搭线窃听，但不能防止消息交换过程中因路由错误而造成的泄密；密码功能对用户来说是透明的；由于所有信息都被加密保护，故有利于对抗业务流量分析。

(撰写：朱甫臣　审订：黄月江)

liangzi dianzixue

**量子电子学**　quantum electronics　研究利用物质内部量子系统的受激发射来产生和放大相干电磁波，及其相应器件的特性和应用的学科。由于其中量子跃迁过程起主导作用，所以称为量子电子学。如果所发射出来的相干波束的频率处在微波波段，这种发射器件称为微波激射器；如果处在光频段，这种发射器件称为激光器。图 1 和图 2 分别为氨分子微波激射器和 1960 年梅曼研制成功的红宝石激光器的示意图。微波激射和激光技术的应用把传统电子学的应用推向更高频段——微波频段和相干光频段，大大丰富和拓展了电子学与电子技术的内容和应用领域。激光用于通信，使通信容量比微波通信提高几个数量级；用于测距、跟踪、制导，使其精度大为提高；高能激光武器、高稳定度光频原子频标已研制成功并获得应用；此外，激光在工业、农业、医疗和科学研究等领域也有重要的应用。

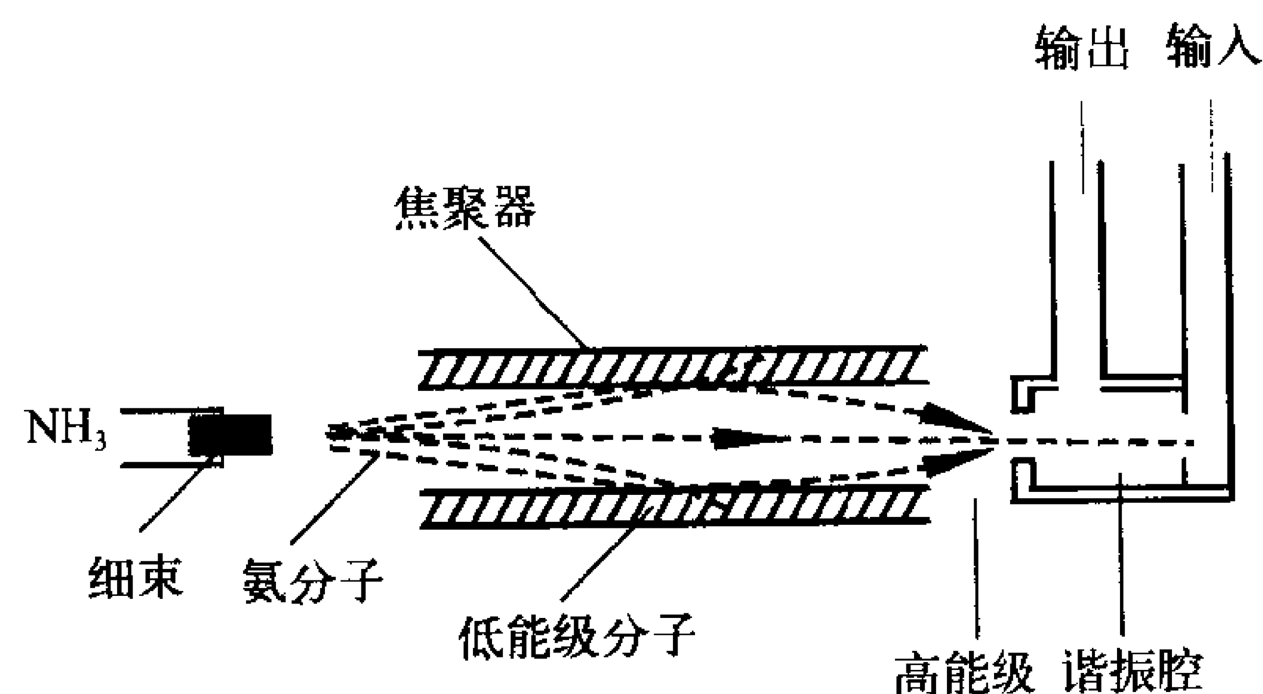



图 1　氨分子微波激射器

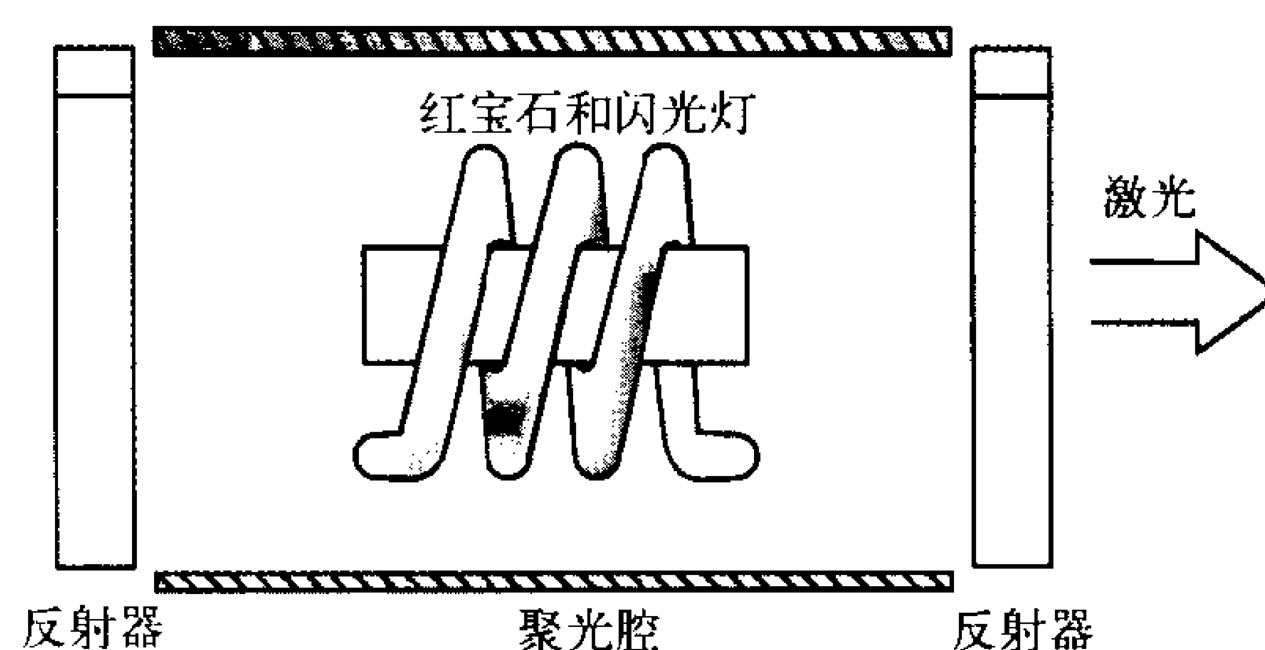



图 2　红宝石激光器

(撰写：黄史坚　审订：邝心湖)

liangzijing hongwai jiaopingmian zhenlie

**量子阱红外焦平面阵列**　quantum well IRFPA　用交替淀积的势阱层和势垒层形成的多层量子阱结构制成的红外焦平面阵列。在量子阱结构中，红外辐射激发的束缚电子从多个亚价带跃迁到多个亚导带，因而响应波长不仅取决于材料的带隙，而且还可通过势垒高度和势阱宽度加以控制。这种结构的响应波长范围较窄，有制成多光谱器件的潜力。较成功的量子阱红外焦平面阵列有长波红外的 GaAs/GaAlAs 和中波红外的 InGaAs/AlInAs 等。　　(撰写：董培芝　审订：韩建忠)

liangzijing jiguangqi

**量子阱激光器**　quantum well laser　用量子阱结构制成的半导体激光器。当半导体激光器的有源区非常薄，与电子的量子波长相当时，量子效应显著，器件的导带和价带成为一系列分立的能级，这时电子的运动受到强烈约束，称为量子阱。量子阱激光器分单量子阱激光器和多量子阱激光器。量子阱激光器的突出优点是：其阈值电流密度低(约 200A/$cm^2$)，是异质结激光器的四分之一，易于集成化，容易做成大功率半导体激光器，光束质量好。主要应用于光通信、固体激光器泵浦源、医疗、加工等。

(撰写：刘兴新　审订：梅遂生)

liangzi mimaxue

**量子密码学**　quantum cryptography　基于量子力学理论的密码理论。量子力学理论的本质是量子系统在被测量时会受到扰动，这就是量子观测的不确定性。令量子算子和表示量子系统的两个实际观测量，如果

$$[\hat{A},\hat{B}]=\hat{A}\hat{B}-\hat{B}\hat{A}\neq 0$$

则称这两个观测量是不相容的，即二者是不可对易的。和这一性质相联系的是一对物理性质之间的互补性，测量一种性质必将干扰另一种性质。上式的一个推论就是海森堡测不准关系式

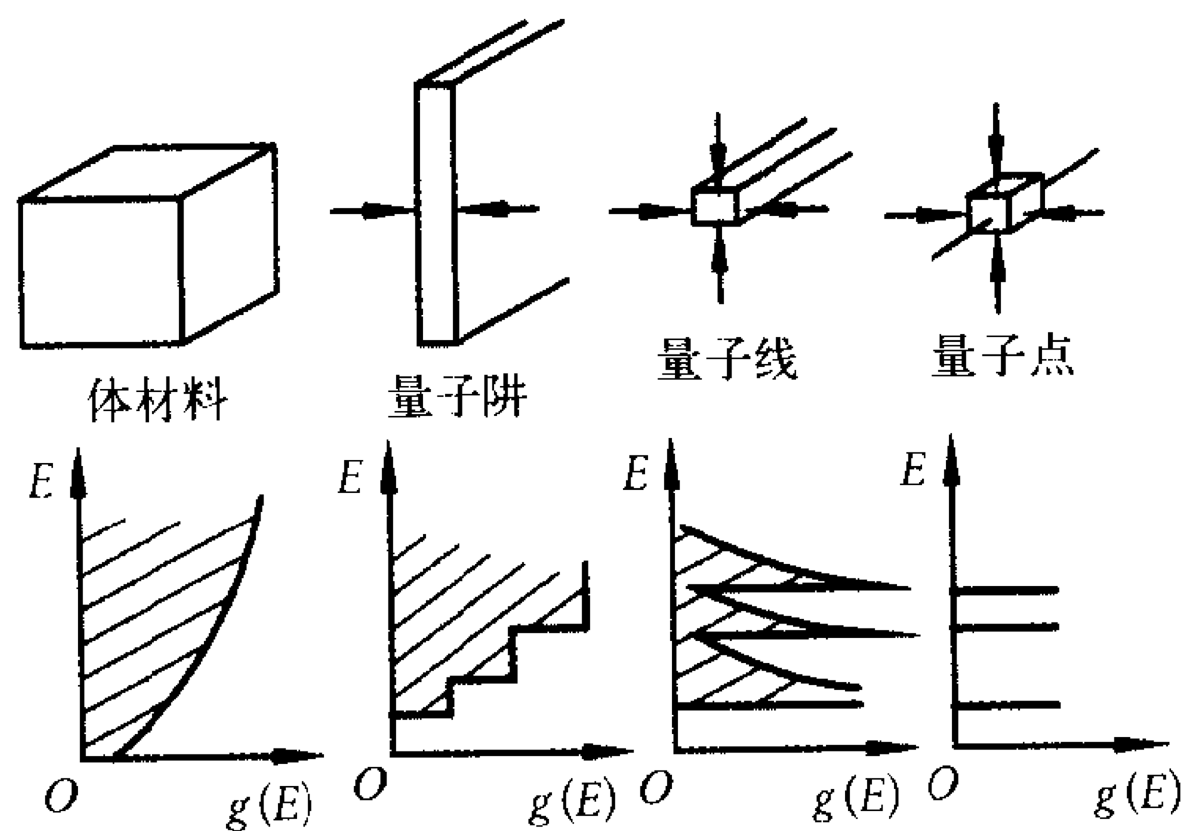
$$\langle(\Delta\hat{A})^2\rangle\langle(\Delta\hat{B})^2\rangle\geqslant\frac{1}{4}\left|\left|\langle[\hat{A},\hat{B}]\rangle\right|\right|^2$$

在量子力学中，光子的线偏振和圆偏振是不可同时测量的。任何两组不可同时测量的物理量都是共轭的，满足互补性，在进行观测时，对其中一组量的精确测量必将导致另一组量

的完全不确定。这就是当前一些基于量子理论的密钥产生及分发协议的理论基础。由于量子密码学的安全性得到测不准原理的保证，因此这种密码体制具有可证明的安全性，同时还能很容易地检测出窃听行为。量子密码学是一种全新概念，已从纯理论阶段发展到试验阶段，但实用中还有很多问题有待研究和探讨。（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

liangzixian liangzidian cailiao

**量子线、量子点材料**　quantum wire and quantum dot materials　电子运动被限制在一个方向上形成一种一维电子系统的材料称为量子线材料；电子运动被限制在孤立的"点"的零维系统中的材料称为量子点材料。量子线的电子态密度呈 $\delta$ 函数型分布，而量子点电子态密度函数呈直线分立型，如图所示。随着量子阱维度的减小，态密度也越小，同样，随着材料维度的降低，材料也呈现出更为优越的光电特性，在低维材料中，电子迁移率大幅度提高。量子线(点)的制备比较困难，一般是在用分子束外延(MBE)生长的量子阱材料上，用侧向腐蚀法获得量子线(点)阵列，其尺度在数十至100 nm 范围。利用这些材料的特性，某些器件如量子干涉器、单电子晶体管等新颖器件正在开发中。




体材料、量子阱、量子线和量子点的几何形状及相应的态密度

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

lingmindu leida

**灵敏度(雷达)**　sensitivity (radar)　表示雷达检测微弱信号的能力，是接收系统输入端可检测的最小信号功率，它以 $S_{min}$ 表示，单位为 dBm(分贝毫瓦)。由于噪声的存在，信号过小，就淹没在噪声中难以检测，只有当信号功率达到一定值后才能保证雷达正确识别它，即以要求的发现概率与虚警概率来检测目标。这一概念可用下式表示

$$S_{min}=KT_sB_n(S/N)_{min}$$

式中 $K=1.38\times10^{-23}$ J/K，为玻耳兹曼常数；$T_s$ 为系统总噪声温度；$B_n$ 为接收机带宽；$(S/N)_{min}$ 称为识别系数，它是正确检测目标所需的最小信噪比。由 $S_{min}$ 表达式可见，雷达接收机的灵敏度不仅与接收机本身性能有关，而且与信号形式、脉冲积累数、检测方法与要求、系统的工作状况有关，一般称此灵敏度为实际灵敏度。为判断接收机本身的性能，令 $(S/N)_{min}=1$，$T_s=T_0F$，$F$ 为接收机噪声系数；$T_0$ 为室温 290 K。$S_{min}=KT_0B_nF$，由公式求得的 $S_{min}$ 为临界灵敏度。当脉宽为 1 μs 左右，雷达接收机临界灵敏度约为 −105～−110 dBm。对于连续波雷达接收机，由于跟踪带宽窄，其灵敏度优于脉冲雷达约 30 dB。

（撰写：丁家会　审订：向敬清）

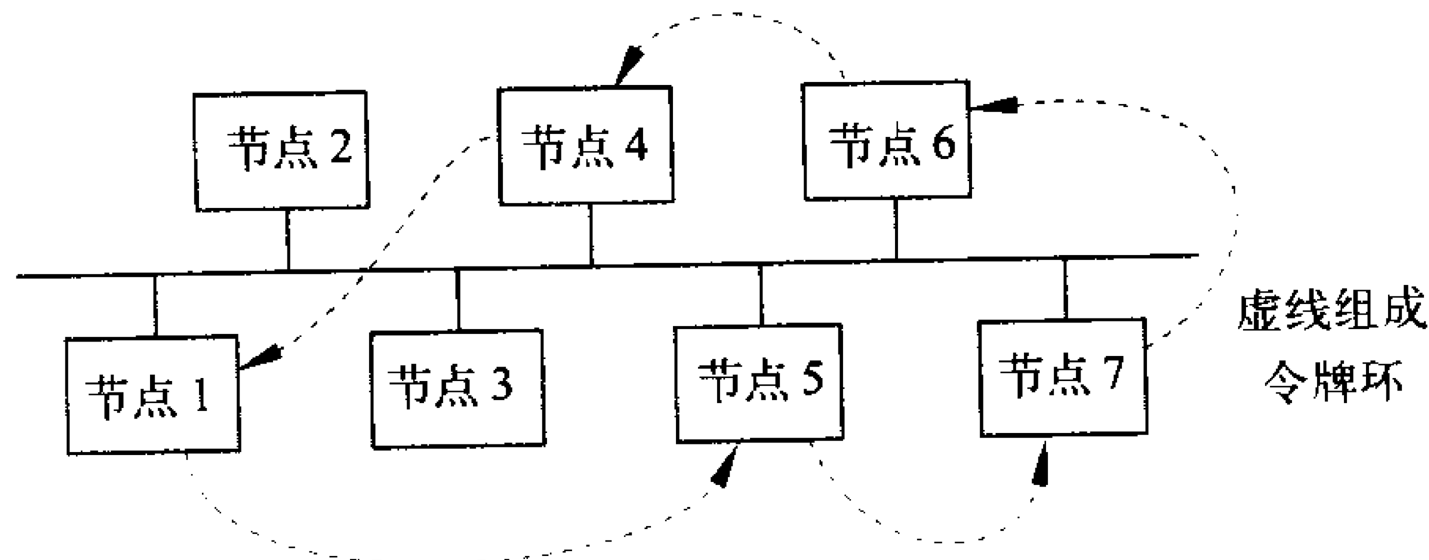
lingdian gansheyi

**零点干涉仪**　zero interferometer　又称零点型干涉仪。保持基线平面的法线始终对着目标的干涉仪。这种干涉仪基线较短，基线平面可转动，天线阵的相对位置固定，具有自跟踪能力。它能实现目标方向与基线夹角($\alpha$)、方向角($\beta$)接近于 $\pi/2$ 的情况下工作，即各基线测出的方向余弦接近于零度(点)。避免了较长基线测量的困难，解决了低仰角工作时有效基线缩短的问题，同时减少了天线引入的相位误差，并且校零方便等。其优点：测量方法合理、无原理性误差；闭环(实时角跟踪)和开环(测小角度)测量相结合；基线短，天线相对固定，对基线的测量精度要求低。其缺点：天线口面利用率较低，在技术上难以研制高精度设备。可应用于航天测控、靶场测量、机载与星载电子侦察等领域。

（撰写：邵学德　审订：于基磊）

lingpai zongxianwang

**令牌总线网**　token bus network　一种总线型或树形结构的局域网，它使用令牌技术实现媒体访问控制技术，也称总线逻辑环网。IEEE 802.4 委员会制定了令牌总线的标准，数据传输速率为 10 Mb/s。令牌总线网上的所有或部分节点组成一个逻辑环，令牌就沿着这个逻辑环传递，接收到令牌的节点有权利发送数据，发送完毕后就将令牌传递到逻辑环的下一节点，以便使后续节点能够依次获得发送数据的机会。令牌总线网消除了总线型网络上的冲突，又避免了令牌环形网络结构不灵活和可靠性差的弱点。在稳定状态下，令牌和数据交替传送，只不过令牌是沿着逻辑环传递，而数据则是在总线型通信节点之间传送的。在非稳定状态下，所有使用令牌的节点都具有逻辑环的维护功能(逻辑环初始化、节点加入或退出环、故障管理等)。其传输媒体使用电缆电视(CATV)的 75 Ω 同轴电缆，可以使用单信道或多个信道宽带信号。传输前先将基带信号进行相位连续移频键控，相位相干移频键控，或多电平二进制调幅移频键控调制，其编码方法采用曼彻斯特编码。由于令牌传递相对复杂，产品较昂贵，所以一般不用于办公室环境，而用于制造工业自动化。但是由于令牌总线网的上述优点，它的原理也可以为其他网络采用。




令牌总线网示意图

（撰写：汪恩荣　审订：智少游）

liulanqi

**浏览器**　brouser　在客户/服务器模型中的用户启动 WWW 客户程序，建立与 WWW 网络服务器连接时，以交互方式使用户查询和浏览超文本的一种因特网业务。浏览器具有阅读文档内容和在计算机之间传送超文本文件的双重功能。当前

流行的浏览器有 Navigator，Mosiac 及 Explorer 等。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

liuxing yuji tongxin

**流星余迹通信**　meteor trail communication　又称流星突发通信。利用流星在大气层中燃烧形成的电离余迹对电波的散射作用而构成的一种无线通信手段。流星产生的电离气体柱即流星余迹发生在离地面 80～120 km 高空。按电子密度大小分为过密类余迹和欠密类余迹。前者持续时间为几秒到十几秒钟，后者持续时间一般小于 1 s。余迹刚形成时形如一个几十千米长的金属圆柱体，然后逐渐扩散和畸变，电子密度下降，接收点信号场强也随之减弱。对于欠密类，流星余迹散射的信号功率随时间按指数规律下降。$P_r(t)=P_r(o)e^{-t/c}$，其中 $P_r(o)$ 的值和发射功率、收发天线增益、工作波长、余迹的电子线密度、余迹的初始半径、扩散系数及散射的几何关系有关，C 与工作波长、扩散系数、电波入射角有关。适合流星余迹通信的信号频率为 30 ～ 60 MHz。无线电波通过流星余迹散射到地面，地面的投射区是一个宽约 5 mile (1 mile = 1.6093 km)，长 25 mile 的椭圆。因此，流星余迹通信是一种低截获概率通信方式。流星余迹通信不易受电离层扰动的影响，在太阳黑子爆发甚至于核爆炸条件下仍能正常工作，具有较强的抗毁性。流星余迹通信又是一种远距离通信手段。但是从流星余迹的特点可知，其通信方式为突发和间隙式，信息的传输需一定的等待时间。因此通信容量小，一般作为非实时通信和应急通信手段。

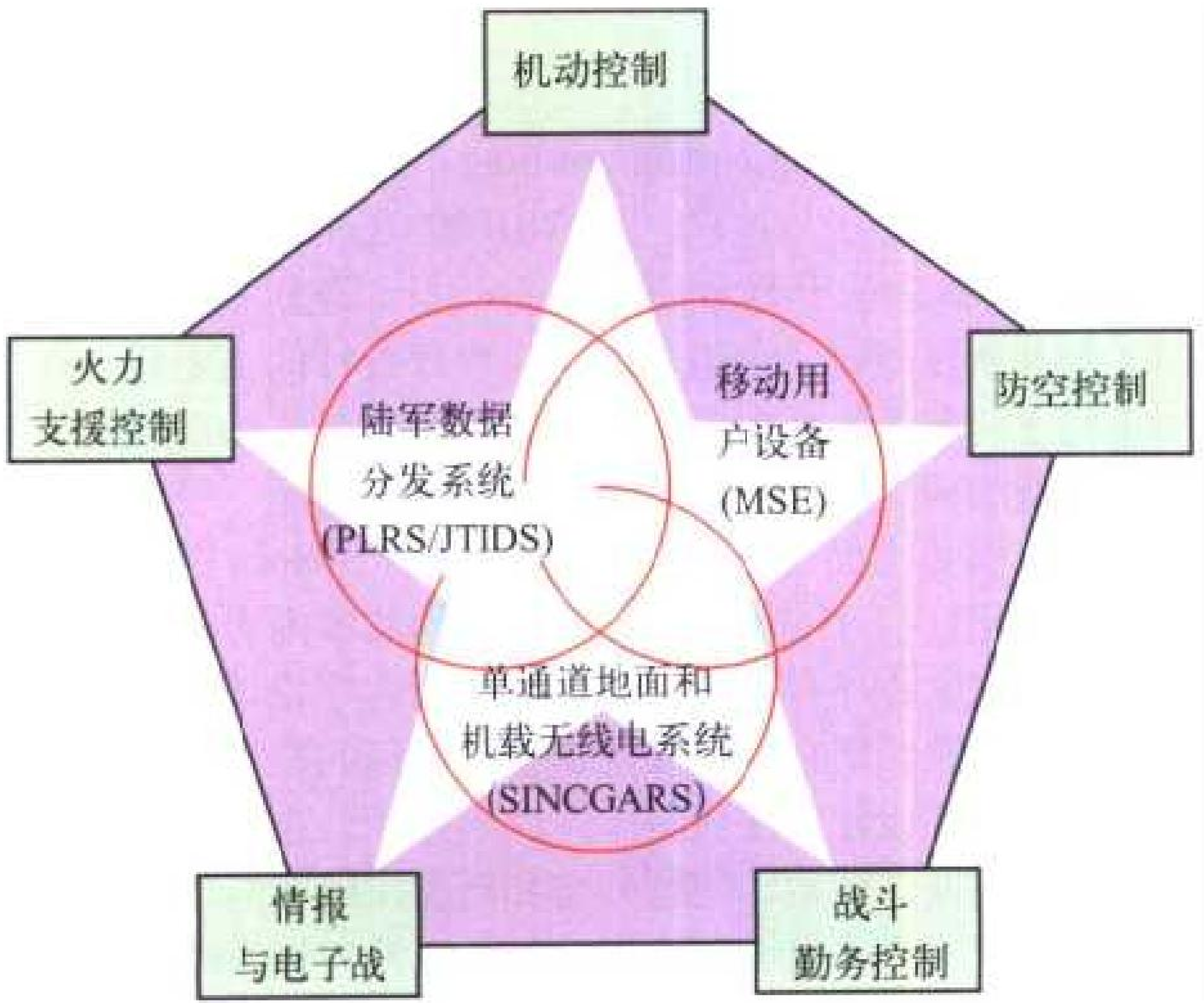
（撰写：金力军　审订：刘增基）

liuhuaqian tanceqi

**硫化铅探测器**　PbS detector　采用 PbS 多晶薄膜作为光敏材料在室温（或接近室温）工作的短波红外光电导探测器。它是第一种实用的红外探测器，技术成熟，曾应用于早期的制导、跟踪、预警等武器装备中，但响应时间为毫秒级，缺乏制作焦平面阵列的潜力。（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

lujun shuju fenfa xitong

**陆军数据分发系统**　army data distribution system (ADDS)　又称 PJH 系统。由 PLRS 和 JTIDS 组成的混合系统。这是考虑到 PLRS 的通信功能较弱，不能完全满足陆军作战的需求而研制的。ADDS 包括 3 种主要设备：改进型的 PLRS 用户设备 (EPUU)，JTIDS 2M 端机和网控设备 (NCU)。1 个陆军师大约要配备 750～1000 部 EPUU；JTIDS 2M 端机配置到 EPUU 不能满足数据通信流量，或需要参与军种之间（例如防空单位，要和空军交换目标跟踪与识别信息）通信的用户，大约要配置 50～70 部；而 NCU 每个旅配备 1 台、师的后方区 1 台，另有 1 台备用，所以 1 个师共配备 5 台。美国陆军之所以选用 PJH 方案是因为 PLRS 与 JTIDS 都采用时分多址接入方式，有可能通过适当的网络管理把它们集成在一起，形成统一系统以满足陆军的需要。同时由于在 20 世纪 80 年代初，PLRS 和 JTIDS 都由一个公司研制生产，如果在它们的基础上发展 ADDS，可以较快地得到装备。现在，ADDS 正在成为美陆军数字化部队的重要系统。

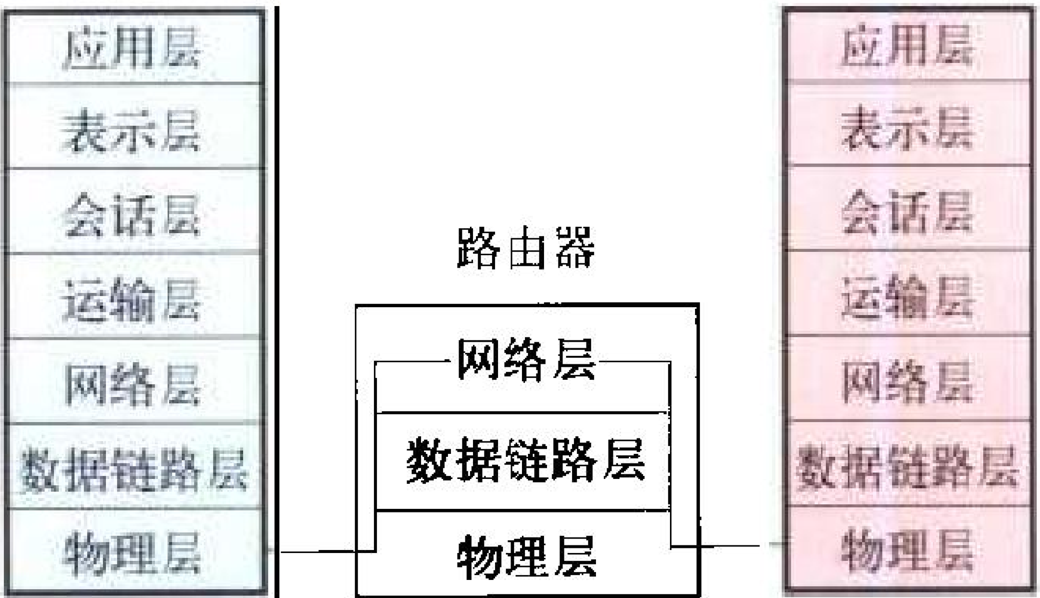



ADDS 在数字化部队中的作用

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

luyouqi

**路由器**　router　在开放系统互联参考模型 (OSI / RM) 第三层——网络层上实现中继的一种网络互联设备（如图所示）。路由器可以实现具有相同或不同类型的网络互联，并能选择最佳路由传递、转发信息。换句话说，在站点之间有多条通路的较复杂的网络中，它能根据网络层的信息，采用某种路由算法确定最佳路径，传递信息。路由器可分为两大类：(1) 单协议路由器，用于具有相同网络层协议的网络互联；(2) 多协议路由器，可以支持多种网络层协议，实现多厂家提供的异种网络互联。路由器要完成的主要功能之一是路由选择。路由选择是通过路由表来完成的，路由表可以分为静态和动态两类。在复杂的互联网上，路由器宜采用动态路由表。路由器作为网络互联设备，在硬件方面要和互联网连接，就必须具有网络接口硬件、存储器和相应的控制逻辑；在软件方面包括实现各互联网低三层协议的软件模块和路由程序，在多协议路由器中还应包括必要的协议转换模块。

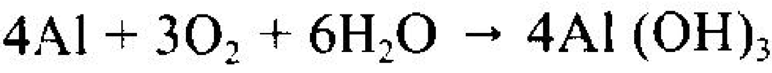



路由器在网络层上使网络互联

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

lükongqi yang dianchi

**铝空气（氧）电池**　aluminum air (oxygen) battery　由金属铝为负极，碳载氧还原催化剂为正极，中性盐或碱溶液为电解质所构成的电池。其反应式为

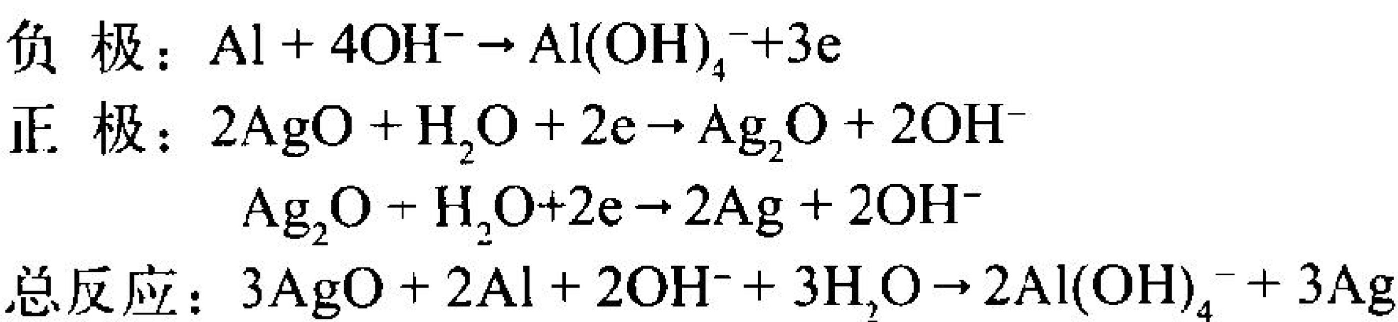


$$4Al + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3$$

由于金属铝的原子量仅为 27，在碱溶液中可失去 3 个电子，因此其比容量高达 2.98 A · h/g。同时它的标准电极电位为 −1.66 V，由此构成的铝空气电池的开路电压为 2.73 V，因此电池比能量很高（理论值可达 4000 W · h/kg）。铝空气（氧）电池曾用于深潜设备，并有希望发展用于电动车辆和军事装备的高比能量电源。（撰写：汪继强　审订：宋海德）

lü yanghuayin haishui zhudong xunhuan dianchi

**铝/氧化银海水主动循环电池** aluminum-silver oxide battery with seawater pumped circulation system 以铝合金为负极，AgO 电极为正极，使用时用溶解固态碱 KOH 或 NaOH 的流动海水作电解液激活电池进行放电的贮备电池。该电池带有一维持碱性海水电解液循环的辅助系统，其作用是将电解液以可控的稳定的浓度、温度供给电池并将电池放电过程中的反应产物、氢气及热量排出，以保证电池电化学反应正常进行。电极反应和总反应如下



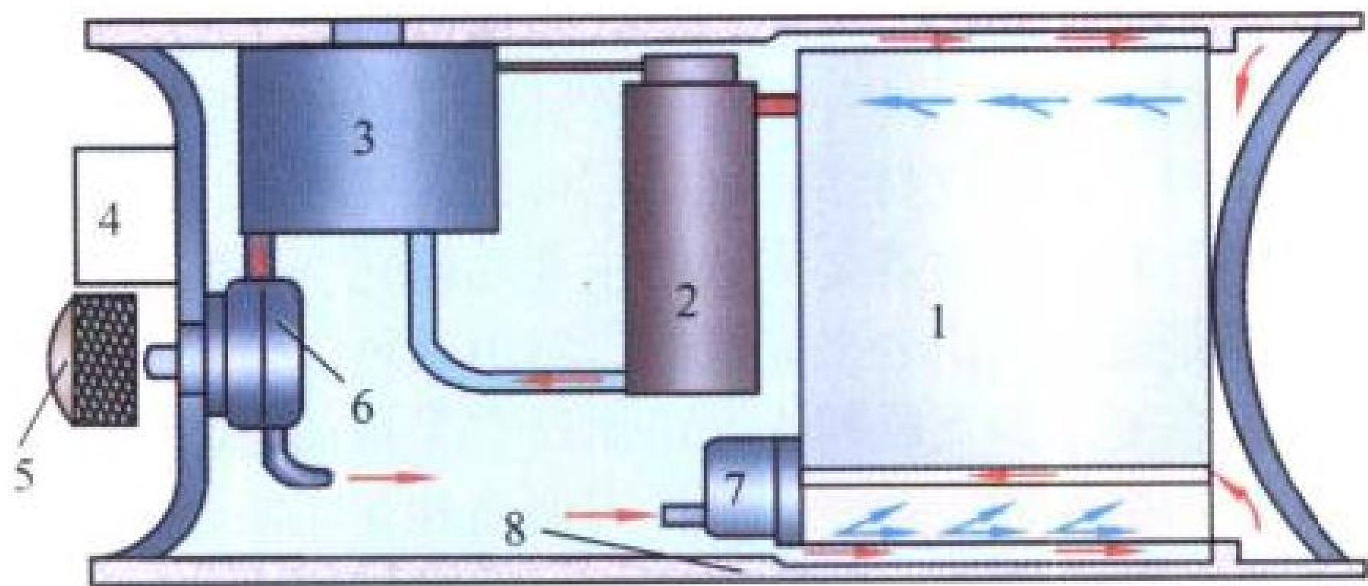
负 极：$Al + 4OH^- \rightarrow Al(OH)_4^- + 3e$

正 极：$2AgO + H_2O + 2e \rightarrow Ag_2O + 2OH^-$

$Ag_2O + H_2O + 2e \rightarrow 2Ag + 2OH^-$

总反应：$3AgO + 2Al + 2OH^- + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_4^- + 3Ag$

Al / AgO 电池是控流型电池，可看作是 Mg/AgCl 控流型电池技术的发展，该电池具有高的实际比能量（≥ 250 W · h/L）、高的放电电流密度（1.0 ~ 1.2 A/cm²）和高的单体工作电压（1.6 ~ 1.7 V）。Al / AgO 电池主要用于电动鱼雷的推进动力源，是可与热动力鱼雷动力源系统的比能量相媲美的电化学体系电池之一。如图所示为法国和意大利 MU−90 轻型鱼雷的 Al /AgO 海水主动循环电池示意图。




Al / AgO 海水主动循环电池示意图

1—铝/氧化银电堆；2—气/液分离器；
3—取水排气调节阀；4—热电池；5—泵电机；
6—循环泵；7—温控阀；8—壳体热交换器

（撰写：伊 宇 审订：宋海德）

lüse jisuanji

**绿色计算机** green computer 一种在生产、行销和使用过程中不会对环境产生污染，不影响操作人员健康，省电省原材料且利于回收利用的计算机。环境保护最重要的事情就是减少能源损耗、减少废弃物、减少对环境和人体的损害因素，这些都与计算机有密切关系，特别是大量微机的广泛应用，在某种程度上已经构成对环境的污染，因此绿色计算机应运而生。在这方面生产厂商已采取了许多措施，主要有：(1) 采取各种屏蔽措施，降低电磁辐射；(2) 采用电源管理，尽量使不处于真正工作状态的部件自动关闭电源而处于休眠状态；(3) 降低电源电压（如低于 3.3 V）；(4) 在生产、包装过程中选用不含有害化学物质的材料；(5) 计算机本身的材料、包装材料及色带等各种耗材，要易于回收再利用；(6) 键盘、显示器等部件的造型设计要符合人体工程学，要使因长期操作而造成视力、手腕及腰背的损伤减到最低，以提高工作效率。（撰写：张学孝 审订：张金荣）

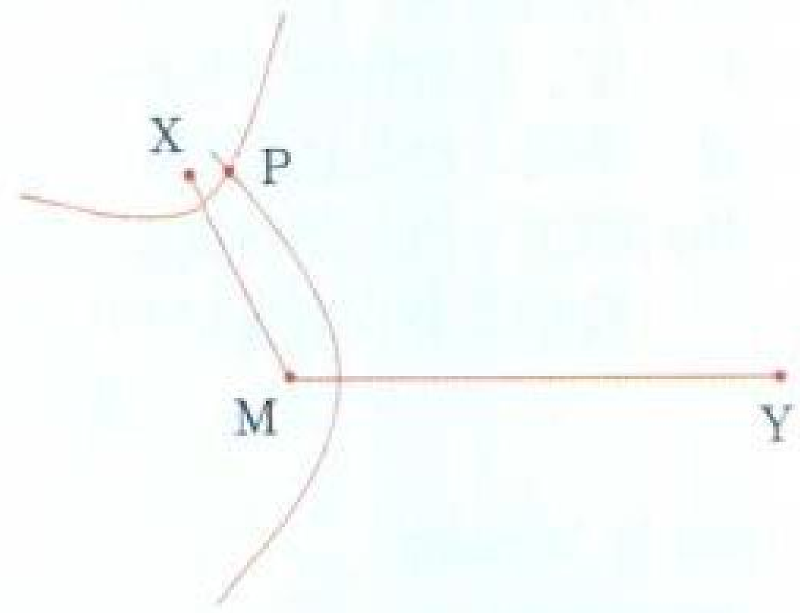
lüguangqi

**滤光器** optical filter 可传送一定范围波长的光，而阻塞其邻近波长光的光学元件。常用滤光器是在具有平行平面的特种玻璃片、明胶片或光学塑料片的表面上，蒸镀具有预定光学特性的金属、介质等材料制成。按光学原理的不同分为吸收滤光片、干涉滤光片、偏振滤光片和分色滤光片等；按波长特性分为长波通滤光片、短波通滤光片、带通滤光片和渐变滤光片等。广泛用于光纤测试、信号传输系统、光电探测系统和光学仪器中，以限制光通量的频率成分。

（撰写：张煦等 修订：吴永生 审订：梅遂生）

luolan C qiaka

**罗兰 C/恰卡** LORAN C / Chayka 二者都是远程双曲线导航系统。罗兰 C 中的 LORAN 是远程导航的缩写。第二次世界大战中期研制成功了罗兰 A，50 年代末在罗兰 A 基础上研制的罗兰 C 投入使用，1974 年罗兰 C 向民用开放。罗兰 C 为产生定位信息至少需要有 3 个地面发射台组成台链，彼此精确同步。用户接收到来自 2 个台的信号时，只要测出它们到达的时间差，便知道自己处于一条以这两个台为焦点的双曲线上。同时又测出来自另外两个台的信号到达时间的差值，便又知道处于另一条双曲线上。也就是说，它必然处于这两条双曲线的交点上，从而确定出自己的位置。如图所示。罗兰 C 工作频率为 100 kHz，电波沿地表传播，发射台功率大，天线高，使电波可传到上千海里的远处。罗兰 C 使用脉冲信号，为实现台间同步，以及用户对信号到达时间差的测量，它不仅利用了信号脉冲的包络，而且还利用了载频相位，因此精度较高。罗兰 C 的性能指标是：定位精度在信噪比为 1∶3 时为 0.25 n mile。到目前为止，全世界已建立起 25 个台链，主要分布在北半球。在陆基无线电导航系统里，罗兰 C 的用户数量是最多的，主要是航海用户，还用于航空与陆上导航。恰卡（Chayka）是前苏联研制的与罗兰十分相似的系统，近年来为了和国际罗兰 C 联成台链，正在修改成与罗兰 C 系统完全兼容。（撰写：邱致和 审订：丁 群）




双曲线定位原理

luoji chengxu sheji

**逻辑程序设计** logic programming 以逻辑子句为基本构件的程序设计方法与过程。最早出现的逻辑程序设计语言是 Prolog，其概念基于 Horn 逻辑程序设计。逻辑程序由单元逻辑子句和条件逻辑子句组成。逻辑程序设计的主要任务在于用单元子句和条件子句描述领域知识中的事实和规则，作为求解问题的前提，然后根据推理规则求解问题。逻辑程序设计的一个重要方面是 Horn 逻辑程序设计。Horn 逻辑程序由 Horn 子句组成。Horn 逻辑程序设计的基本内容包括构造数据结构、定义程序和求解问题等。逻辑程序设计使用了更加面向人类的逻辑语言，以及逻辑程序蕴涵的推理机制，从而使得逻辑程序设计方法获得了广泛地应用。逻辑程序设计提供了有关启发式搜索、问题归结和问题求解等简单而有效的模型、知识库管理机制和推理机制，以及专家系统中常见的双向匹配和回溯机制。

（撰写：张晓光 柳惠琳 审订：瞿兆荣）

luoji fenxiyi

**逻辑分析仪** logic analyzer 总线分析仪一类的数据域测试仪器，主要用于查找总线（或多线）相关性故障。逻辑分析仪分状态分析和定时分析，是数据域测试中使用最广泛的一种仪器。逻辑分析仪由数据捕获和数据处理及显示两大部分组成。数据捕获部分用来快速捕获并存储待观察的数据。捕获数据时常用的触发方式有：基本触发（也称字组合触发）、起始触发、终止触发、“与/或”触发、延迟触发、序列触发等多种。数据处理显示部分则将存储在存储器里的有效数据进行分析处理并以多种方式显示出来。显示方式主要有伪

逻辑分析仪的原理结构

波形定时显示、状态表显示和反汇编显示三种，有些逻辑分析仪还采用映射图和直方图等多种显示方式。逻辑分析仪的原理结构如图所示。（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

luoji kaifa xitong

**逻辑开发系统** logic develop system 开发以微处理器为基础的各种设备和系统的硬件及软件的工具，是用于数字系统开发的数据域仪器或系统。目前，逻辑开发系统的类型较多，按开发能力可分为简易开发系统和通用开发系统两种。简易开发系统利用串口或并口与主计算机连接，借用主计算机的资源开发用户软件，经编译或汇编之后形成机器码装入简易开发系统中。然后脱离主计算机，即可与用户系统联机工作，以调试用户系统。通用开发系统具有较强的开发功能。一般提供三种基本的工作环境：单用户环境、多用户环境和主计算机环境，从而构成一个完备的开发工具。逻辑开发系统的硬件组成有 CPU、存储器（快速存储地址总线、数据总线和控制总线上的信息）、断点比较器、地址映像器、EPROM 编程器、存储器和 I/O 等。开发系统为完成多种功能，均配备了丰富的软件。系统软件包括操作系统、监控程序、宏汇编、连接和装配等，并支持用户的多种高级语言及汇编语言的编程。此外还提供仿真驱动软件和 EPROM 的编程软件等。逻辑开发系统的结构如图所示。

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

逻辑开发系统的结构示意图

luoji moni yu guzhang moni

**逻辑模拟与故障模拟** logic and failure simulation 所谓模拟就是用一个构造的系统来仿真一个真实系统性能的过程，逻辑模拟是利用计算机对实际逻辑电路进行功能模拟，故障模拟则是在逻辑模拟的基础上通过故障插入来预测故障电路的性能。故障模拟的主要作用是按给定的测试码对给定的故障模型计算各种故障的输出响应，以生成故障定位的故障字典。故障模拟过程不像测试算法那样需要大量“回溯”，因此，它比算法式测试生成的速度要快得多，而且可获得大量的诊断信息。用故障模拟的方法可以评估各种测试算法的测试质量。故障模拟按模拟级别可分为系统级、寄存器传送级和门功能级等三级。故障模拟的基本方法是将被模拟电路用计算机语言描述，并编制成相应的程序，执行该程序即可实现对电路的故障模拟。具体实施方法有并行故障模拟和演绎故障模拟。

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

luoji zhadan

**逻辑炸弹** logic bombs 人为埋置在计算机芯片内的一段“独立程序”，在特定条件下启动该程序使芯片失灵从而导致计算机瘫痪的一种计算机对抗手段。逻辑炸弹是一种通过硬件侵入的计算机病毒，即将计算机病毒固化在计算机芯片中，然后再将这些设有陷阱门的计算机芯片装到有可能售给潜在敌对国的武器系统中。在平常情况下，它并不影响芯片的功能，只有在某种特定条件下，才可使使用了该芯片的计算机系统失灵。它的主要作战功能是在关键时刻激活病毒来破坏计算机或计算机网络的正常运行，使整个系统出现一系列逻辑错误，无法正常处理和传输各种信息。（撰写：王燕 审订：索以宾）

luoxuanxian xingboguan

**螺旋线行波管** helix travelling wave tube 一种采用螺旋线作慢波结构的行波管。行波管发明之初，使用的就是螺旋线慢波结构。因此，螺旋线行波管是发明最早的行

波管，经过五十多年的发展，螺旋线行波管已被广泛用于卫星通信、电子对抗、雷达等方面。这是因为螺旋线慢波结构具有以下特点：(1) 色散较弱，并可通过介质加载、纵向导电面加载等手段实现色散成形，可以制作瞬时带宽极宽的行波管。目前商品螺旋线行波管的带宽已可达到一个半倍频程。实验室已有工作在三个倍频程的报告。(2) 螺旋线绕制方便，可以随意改变螺距，利用不同螺距的组合进一步展宽



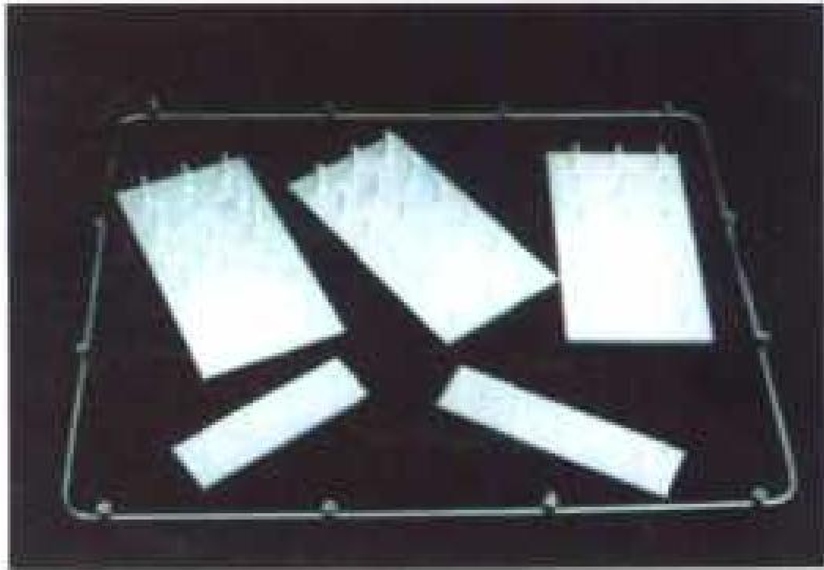
双模型行波管

瞬时带宽，改善谐波、三阶交调等特性。(3) 螺旋线结构简单，便于做成小型化行波管用于相控阵雷达所需的功率模块中。螺旋线慢波结构由于在高电压时会出现返波振荡，工作电压不能太高，并且由于螺旋线慢波结构导热能力较差，使螺旋线行波管的脉冲输出功率和平均输出功率受到限制。输出功率可能达到的水平与工作频率有关，工作频率越高输出功率越小。如图所示为双模型行波管。

（撰写：邬显平　审订：廖复疆）

luozhuhan

**螺柱焊** screw welding　将金属螺柱或类似的其他紧固件焊于复合工件上的一种方法。通常能将螺柱或其他紧固件焊到平面上、曲面上或焊枪能够达到的结构件的内外拐角部位上，采用该方法焊接紧固件群时，可使紧固件之间距达到最小，对于需防渗漏的螺柱的连接能保证密封性。工业上广泛应用的方法为电弧螺柱焊和电容放电螺柱焊，这两种方法都是利用直流焊接电源产生电弧进行焊接，不仅效率高，而且可以通过专用设备对接头质量进行有效控制。在对紧固件进行连接时，通常可取代铆接、钻孔攻丝、手工电弧焊、电阻焊和钎焊。



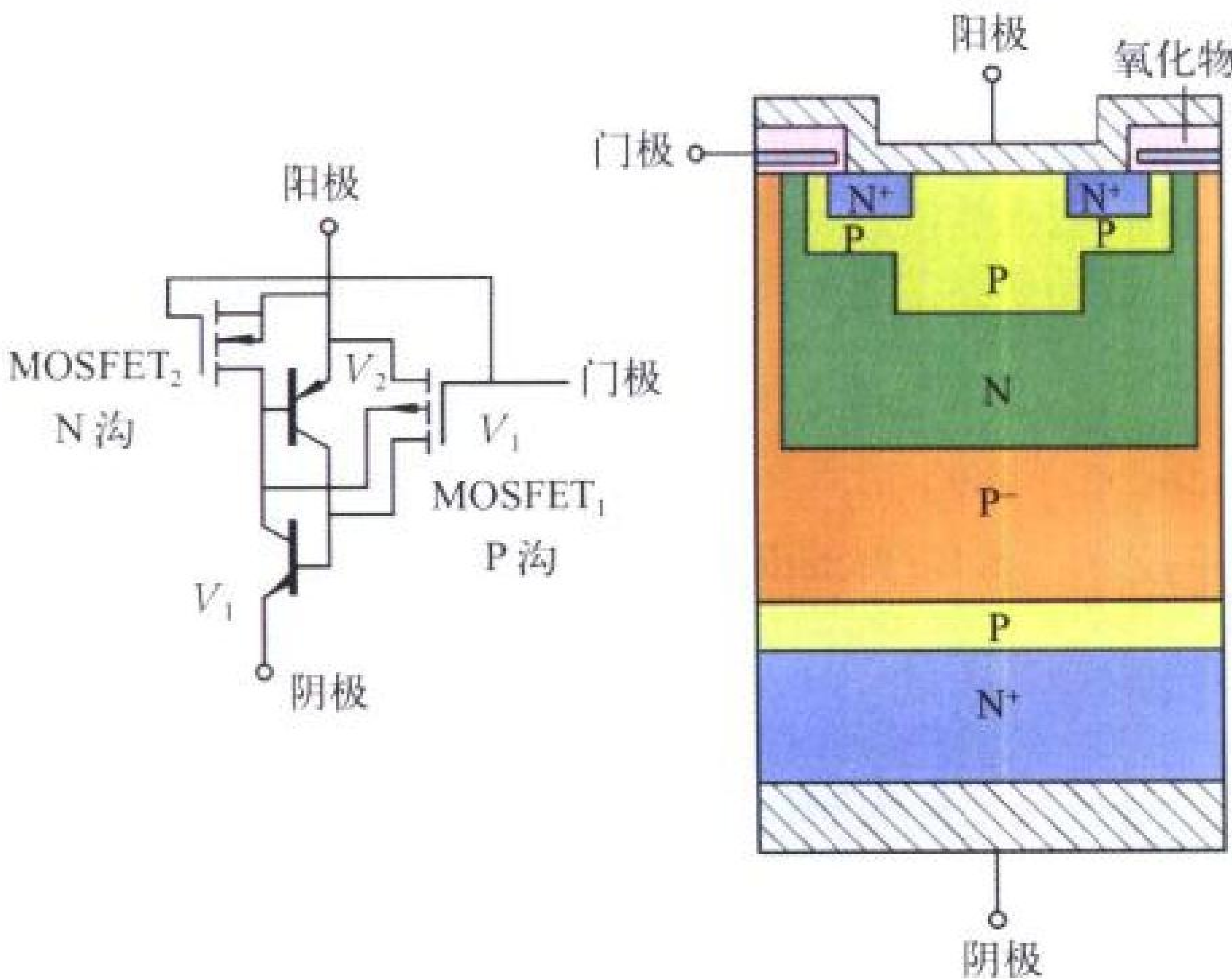
螺柱焊示意图

（撰写：沈振方　审订：张为民　周德俭）



MOS kongzhi jingzhaguan

**MOS 控制晶闸管** MOSFET control thyratron (MCT) 一种由 2 个 MOSFET 分别控制 PNPN 闸流管的导通和关断特性的电力电子器件。其结构和工作原理如图所示。MCT 综合了功率 MOSFET 和控制极可关断晶闸管的优点，兼有高




MCT 工作原理和结构示意图

的阻断电压和大电流容量以及快速开关的特点。目前产品系列为 500 V/50 A～1000 V/100 A；最高阻断电压为 3500 V，峰值电流 1000 A。该器件主要应用于大电流、高电压开关电源中。（撰写：林全庭 审订：全毓铨）

MO yuan

**MO 源** metalorganic raw materials 用于金属有机化学气相淀积 (MOCVD) 的金属有机化合物源材料。多数为金属的烷基物，常用的Ⅲ族金属有机物有：三甲基镓 [$(CH_3)_3Ga$ 或 TMGa]、三乙基镓 [$(C_2H_5)_3Ga$ 或 TEGa]、三甲基铟 [$(CH_3)_3In$ 或 TMIn]、三乙基铟 [$(C_2H_5)_3In$ 或 TEIn]、三甲基铝 [$(CH_3)_3Al$ 或 TMAl]、三乙基铝 [$(C_2H_5)_3Al$ 或 TEAl] 等。Ⅱ族金属有机物有：二甲基汞 [$(CH_3)_2Hg$ 或 DMHg]、二乙基汞 [$(C_2H_5)_2Hg$ 或 DEHg]、二甲基锌 [$(CH_3)_2Zn$ 或 DMZn]、二乙基锌 [$(C_2H_5)_2Zn$ 或 DEZn] 等。它们通常是用金属卤化物经格氏试剂法有机合成制备。此类化合物具有：(1) 熔点低，室温下多数为液态；(2) 蒸气压高，易于挥发；(3) 化学活性强，遇空气或水易燃、易爆；(4) 毒性大。必须在密闭容器及低温下贮存与使用，主要用于Ⅲ－Ⅴ族、Ⅱ－Ⅵ族化合物半导体及多元化合物半导体的制备，将 MO 源与非金属氢化物（烷类）在一定温度下反应生成化合物并淀积在相应的衬底上，由于组分、厚度易控而得到广泛应用。

（撰写：沈能珏 审订：华庆恒）

mafen duozhi yidong tongxin xitong

**码分多址移动通信系统** CDMA mobile communication system 一种采用码分多址方式的陆地公众数字蜂窝移动通信系统。1993 年北美电信工业联合会 (EIA / TIA) 通过了由美国 Qualcomm 公司提出的 CDMA 系统公共空中接口标准 IS–95。IS–95 标准定义的 CDMA 系统是具有双模式 (CDMA/AMPS) 运行能力的窄带码分多址数字蜂窝系统，因此，常称此系统为 IS–95CDMA、Q–CDMA、N–CDMA，1999 年北美将其统一称为 cdmaOne。1995 年 Q–CDMA 开始全球商用。CDMA 系统采用了扩频码分多址、RAKE 接收、功率控制、话音激活、软切换等先进技术。它具有系统容量大、频谱利用率高，容量是模拟系统的 10 倍以上；抗干扰、抗多径衰落能力强；有严格的功率控制，发信功率谱密度低，电磁污染小；保密性好，不易被盗号；系统所需基站少，建网成本低；具有软切换、软容量等功能的特点。表中列出了 Q–CDMA 系统的主要技术指标。

**Q–CDMA 系统主要技术指标**

| 系统特性 | 技术指标 | 系统特性 | 技术指标 |
|---|---|---|---|
| 工作频率 | 前向 869～894 MHz<br>反向 824～849 MHz | 数据帧长 | 20 ms |
| 双工方式 | FDD | 功率控制范围 | 正向 ±6 dB<br>反向 80 dB |
| 双工间隔 | 45MHz | | |
| 多址方式 | CDMA | 功率控制精度 | 正向 0.5 dB<br>反向 1 dB |
| 射频信道带宽 | 1.25 MHz | 分集接收 | 基站 4 路 RAKE 接收移动台 3 路 RAKE 接收 |
| 扩频码速率 | 1.2288 MC/s | | |
| 调制方式 | 前向 QPSK<br>反向 OQPSK | 小区结构 | 120° 三扇区构成 |
| 语音编码方式 | 8 kb/s 或 13 kb/s<br>变速率 QCELP 码 | 基站最大输出功率 | > 60 W |
| 信道编码方式 | 卷积码 ($K = 9$，正向 $R_b$=1/2，反向 $R_b$=1/3) | 移动台最大输出功率 | > 0.2 W |

（撰写：李少谦 审订：李振邦）

maxiangwei genzong

**码相位跟踪** code phase tracking GPS 接收机通过对 C/A 码和(或) P (Y) 码的码相位跟踪，以获得 GPS 卫星与 GPS 接收机之间的伪距测量值的过程。码相位跟踪由码跟踪环实现。码跟踪环为延时锁定环路，码环产生与目标卫星 C/A 相同的本地 C/A 码序列。首先完成对卫星伪码的搜索和捕获，其后，通过半个码片的超前和滞后码序列与接收到的信号进行相关处理，形成一个反馈系统，以保持对卫星伪随机码相位的跟踪，从而实现对卫星信号的解扩和伪距测量。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

maichong chongfu pinlü leida

**脉冲重复频率（雷达）** pulse repetition frequency (radar) 脉冲雷达每秒钟发射的脉冲数。在实际应用中，脉冲雷达根据所需完成的任务，可选用低、中、高三种脉冲重复频率。低、中、高三种脉冲重复频率并非按绝对的数值来区分，而是按雷达对应探测目标需测量的距离、速度或需处理环境背

景的多普勒频率范围而界定。低重复频率时的脉冲间隔应大于雷达脉冲发射后需探测的最远距离处目标回波返回至雷达的时间，因此，低脉冲重复频率工作时，雷达对应探测的目标，不会出现虚假的距离测量值，即不会发生测距模糊。地面上的与舰载的目标监视雷达主要以低脉冲重复频率方式工作。在执行动目标显示工作状态时，为避免盲速现象而丢失要检测的目标，可以选用参差脉冲重复频率。高脉冲重复频率是指雷达选用的脉冲重复频率高到足以对要探测的与雷达相对速度最高的目标，具有无模糊的多普勒频率测量的能力。例如在机载脉冲多普勒雷达中，选用能形成足够大的无杂波多普勒区的高重复频率，来探测地杂波背景中预计向飞机迎头飞来的目标。这种工作状态，对较远距离的目标会出现距离测量值的模糊；雷达发射的脉冲信号也会因遮蔽目标回波造成损失。消除测距模糊的典型方法是采用几种重复频率求解目标的真实距离。中脉冲重复频率不足以对所有应探测的目标都获得不模糊的距离测量值和不模糊的多普勒频率测量值，其性能介于低与高脉冲重复频率之间。对于机载脉冲多普勒雷达，当飞机面对下视的杂波环境时，采用中脉冲多普勒频率来探测慢速或远距离运动的目标有其特殊的优点。（撰写：黄为倬　审订：张光义）

maichong duopule jishu

**脉冲多普勒技术** pulse Doppler (PD) technique　多普勒技术的工作原理是基于物理学中的多普勒效应，最初它是从声学现象中发现的，即一个运动的声源将附加上一个新的频率——多普勒频率 $f_d$，由以下公式表示

$$f_0 \pm f_d = f_0 \pm \frac{2v}{\lambda}$$

式中 $f_0$ 为声源原来频率；$v$ 为声源的运动速度；$\lambda$ 为声波波长。

声源向着观察方向运动，表达式中符号取“+”，反之取“−”。多普勒效应在无线电频率范围内依然存在。多普勒技术分连续波多普勒技术和脉冲多普勒技术，前者是以连续波信号工作，通过测出回波信号的多普勒频率，得到运动目标的速度，以区分固定目标与运动目标。而PD技术是以脉冲信号工作，其原理是对目标反射的相参脉冲串信号进行频谱分析，并对其单根谱线进行滤波，以测得多普勒频率，从而得到目标的径向速度，并且可以测得目标的距离。

PD技术有如下特点：(1)强的地杂波抑制能力。由于是利用运动目标回波信号具有多普频移的特点，这样就可以将运动目标与固定目标区分开，所以能在十分强的地(海)杂波背景中检测出微弱的运动目标信号。(2)信号全相参。为了进行对信号频率单根谱线的滤波，脉冲串信号必须保持严格的相位关系，脉冲串即可视为是从一连续正弦信号上截取的一段段脉冲。(3)复杂的信号处理。对单根谱线滤波是以滤波器组实现的，在对应脉冲重复频率(PRF)的频带上均匀排满了窄带滤波的滤波器，它的个数等于积累的脉冲串信号中的脉冲个数 $N$，如PRF为10 kHz，$N=128$，即在10 kHz内，均匀排到128个滤波器，为了有效地处理回波信号，精确测出目标距离，在脉冲重复周期的间隔上，分隔成宽度等于信号脉冲宽度的距离门，将 $N$ 个周期的对应距离门抽样进行滤波，如PRF为10 kHz，重复周期为100 μs，信号脉宽为1 μs，那么一个脉冲重复周期上有100个距离门。可以这样理解，信号处理设备要有100组，每组有128个滤波器，另外还有杂波对消器、幅度检波、检波后积累、门限检测器等，设备十分复杂，由于数字技术的发展，才使信号处理设备得以实现。(4)多PRF工作模式。在PD技术中，特别是在用于机载雷达的PD技术中，不同的工作模式采用不同的PRF，分为高PRF、中PRF和低PRF三种，为了解距离和速度模糊，每种PRF可能又是按一定准则确定的多个不同的PRF。

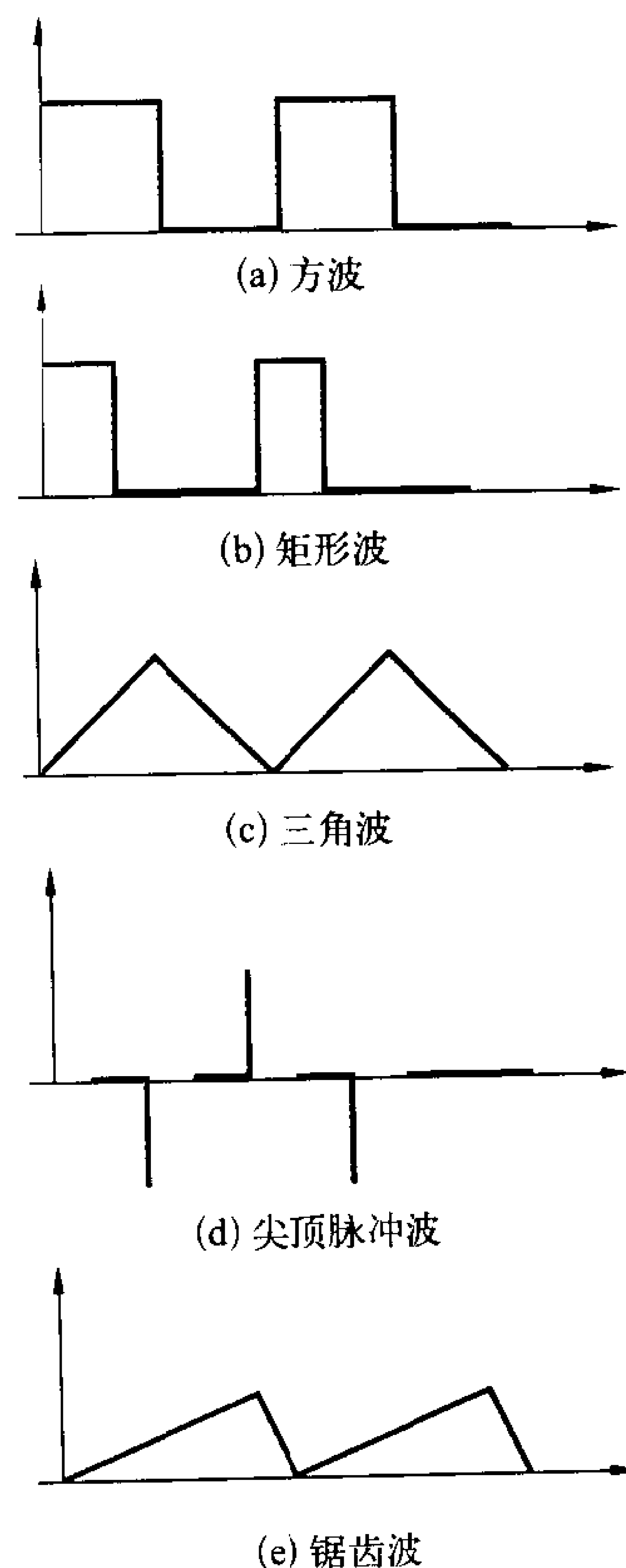
PD技术广泛用于各种雷达中。如机载火控雷达、机载预警雷达、地面防空雷达、舰载雷达、战场侦察雷达、火炮定位雷达、气象雷达、导弹导引头等。（撰写：刘岱　审订：贲德）

maichong duopule leida

**脉冲多普勒雷达** pulsed Doppler (PD) radar　工作在脉冲波形下的一种多普勒雷达，其工作原理是对脉冲列信号进行频谱分析，并对其单根谱线进行滤波，以测得目标的径向速度和距离。与一般时域检测的脉冲体制雷达不同之处是PD雷达是频域检测，对回波脉冲列进行频谱分析，利用运动目标的回波信号具有多普勒频移的特点，将其与固定目标区别开来。所以能在十分强的地杂波、海杂波背景中检测出微弱的运动目标信号。因此，PD雷达从体制上根本解决了杂波抑制问题，这使得诸如机载雷达能够下视等成为可能。PD雷达的优点十分突出，但信号处理设备很复杂，随着数字技术的发展，使信号处理设备得以实现。PD雷达应用十分广泛，如机载火控雷达、机载预警雷达、低空防御雷达、舰载雷达、战场侦察雷达、火炮定位雷达、气象雷达、导弹导引头等。（撰写：贲德　审订：张直中）

maichong jishu

**脉冲技术** pulse technique　各种脉冲信号(电压或电流波形)的产生、变换、整形、放大、传输和测量，并对脉冲电路进行设计、计算和应用等技术的总称。脉冲技术是一门基础技术，是电子技术的一个重要分支，内容非常丰富，并在数字计算机、雷达、导航、自动控制、遥感、遥控和遥测、电视、核物理、各种测量仪器、家用电器、电子医疗设备等领域广泛应用。特别是数字电路的发展，脉冲技术的应用更广，至今其应用已渗透到国民经济、国防建设等各个有关领域。脉冲信号的波形在某一时间内有突发性和断续性的特点，几种常见的脉冲信号波形如图所示。




几种常见的脉冲信号波形

脉冲技术除具有一般无线电放大技术的共同特点外，又有其特殊性。在一般放大电路中，多数情况下，被传输和放大的信号都工作在晶体管伏安特

性曲线的线性区，电路中的电阻、电容或电感等起到选择、稳定工作点，或起到耦合、负载、改善频率响应特性等作用，所以一般放大电路被称为线性电路；在脉冲电路中，多数情况下，传输信号工作在晶体管伏安特性曲线的饱和区和截止区，晶体管主要是起开关作用，因此，一般称脉冲电路为开关电路。脉冲电路的电阻、电容、电感等元件，在多数情况下其作用是产生各种波形和不同间隔的脉冲。

脉冲电路可由分立元件或集成电路构成。当晶体管、电阻、电容和电感等元件分别焊接于接线板上时，构成分立元件脉冲电路，而将这些元器件集成在一块芯片上时，构成集成电路。集成电路的特点是体积小、重量轻、稳定性和可靠性高、寿命长、功耗小，因而在脉冲电路中得到广泛应用。

（撰写：赵玉洁　审订：顾墨林）

maichong leida

**脉冲雷达**　pulse radar　使用脉冲电磁波信号检测目标和测量目标参数的雷达。在脉冲雷达中，由发射机产生窄而强的射频脉冲信号经由雷达发射天线向空中辐射。信号辐射以脉冲间隔时间远大于脉冲宽度的方式，周期性地进行。在每次脉冲辐射后的等待时间内，雷达接收机接收目标散射后抵达雷达接收天线的回波脉冲信号。雷达发射脉冲和接收目标回波脉冲之间的时间延迟 $T=2R/c$，式中 $R$ 为目标距离；$c$ 为光速。由时延和距离的线性关系可换算出目标的距离。脉冲雷达的优点是：容易实现精确测距；发射和接收可以方便地使用同一部雷达天线。由于有这些优点，脉冲雷达体制居于主导地位，具有广泛的用途。这种雷达发射的脉冲信号可以是固定载频的矩形脉冲，也可以是经过编码或频率调制、噪声调制的复杂脉冲信号。发射的相邻脉冲间的相位关系可以是具有一定规律的相干信号，也可以是随机性的非相干信号。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

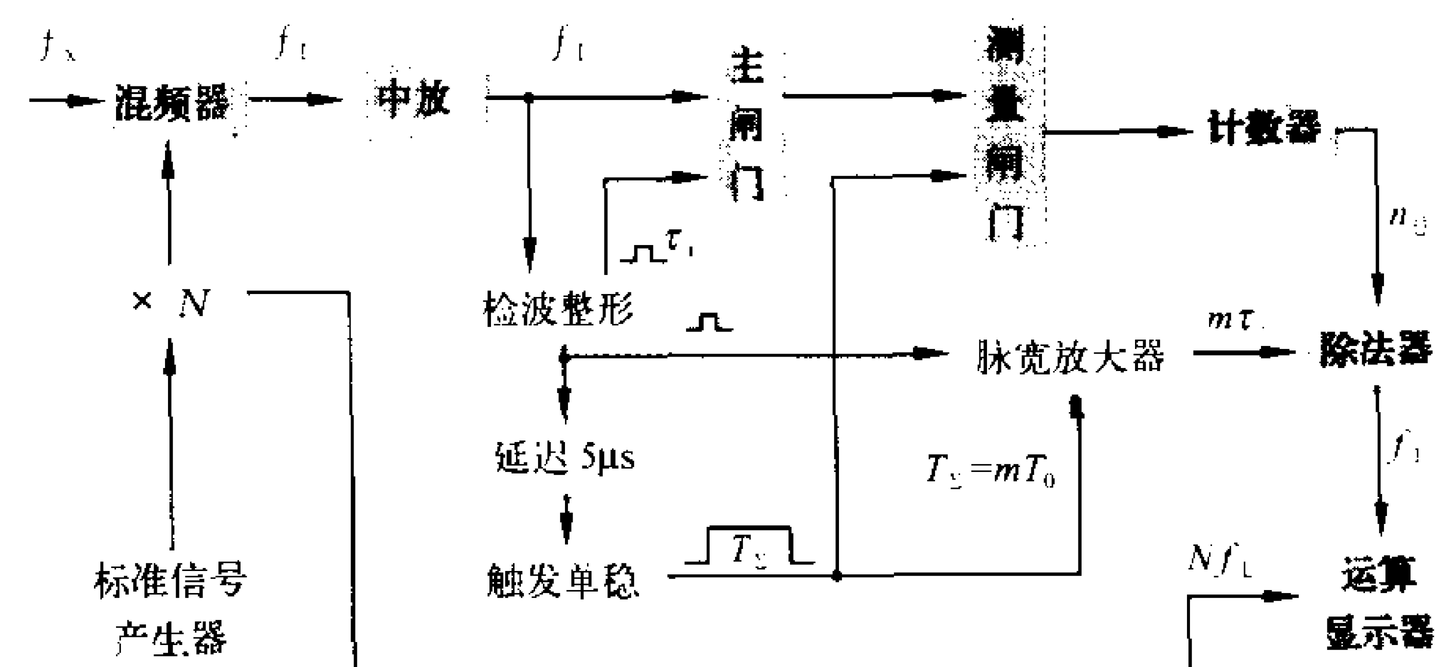
maichong tiaozhiqi

**脉冲调制器**　pulse modulator　将直流或交流的初始电能转变为发射机可用的脉冲电能，用来对射频功率放大管或激光器进行脉冲调制的装置。脉冲调制器的工作原理是：在一个较长的时间（不到一个脉冲重复周期）内将电能存入储能器件（电容器或脉冲形成网络），然后在同步脉冲到达时脉冲调制（放电）开关导通，把储能器件与负载接通而释放部分或全部电能。脉冲调制器的基本组成包括充电元件、储能器件和脉冲调制（放电）开关。脉冲调制有刚管调制器和线型调制器两大基本类型。根据微波管接受脉冲调制方式的不同，又有阴极、栅极和阳极脉冲调制器之分。当脉冲调制开关的阴极浮动或直接连接在高压电源的负高压电位时，则称为浮动板调制器。随着半导体功率开关器件和电路技术的发展，以 $mn$ 个固态脉冲开关器件串、并联构成的或由 $N$ 个模块化固态脉冲调制器构成的同步放电的固态组合调制器已给刚管和软管调制器以强烈冲击。

（撰写：高以鸿　审订：许鸿烈）

maichong tiaozhi xinhao de zaibo celiang

**脉冲调制信号的载波测量**　carrier measurement of pulse modulation signal　测量脉冲调制信号的载波频率，也就是测量调制脉冲内的正弦波频率。常用的测量方法有基波滤出法、平均计数法、周期测量法和频率比较法等。基波滤出法是用一个窄带滤波器将被测频率的基波滤出，再进行取样分频计数，从而测得被测信号频率；平均计数法是先将被测信号与标准频率信号混频后采用一个通用电子计数器对中频信号频率多次计数再平均以获得被测信号频率；周期测量法则是先将被测信号与标准频率信号混频后采用计算计数器测量中频信号周期而确定被测信号频率。用平均计数法测脉冲调制信号载波频率的原理框图如图所示。




平均计数法测脉冲调制信号载波频率的原理框图

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

maichong xinhaoyuan

**脉冲信号源**　pulse generator　具有产生宽度和电平可调的方波和脉冲波的信号源。脉冲信号源是时域测试中的激励源，它常以时域参数规定其指标特性，如周期、占空比或脉冲宽度、上升时间与下降时间等。脉冲发生器具有触发电路，可根据触发信号来产生输出脉冲。脉冲信号源通常用于数字系统中作为模拟或取代数字信号，如时钟、数据等。

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

maichong yasuo jishu

**脉冲压缩技术**　pulse compression technology　雷达发射时，采用调频或相位编码等大时间宽度的宽带脉冲信号，而在接收时，将大时间宽度、宽带的脉冲信号处理后获得与信号带宽的倒数相对应的窄脉冲信号的技术，通称为脉冲压缩技术。使用脉冲压缩技术的优点是：雷达发射时可辐射复杂信号波形的宽脉冲，有效地提高平均功率，避免了使用窄脉冲必须解决的耐高峰值功率的问题，同时又能获得高的距离分辨率。在雷达接收机中，用于对脉冲内经频率调制或相位编码的宽脉冲进行压缩处理的是此信号的匹配滤波器。其输入和输出信号的脉冲时间宽度之比称为脉冲压缩比，约等于输入信号的脉冲时间宽度和带宽的乘积。脉冲压缩波形的产生和处理，既可用模拟的方式又可用数字的方式。模拟方式中的有源法主要用电压控制振荡器产生线性频率调制波形和在接收处理时解调，在产生和处理带宽达数百兆赫至吉赫的波形时，有独到的能力。模拟方式的无源法，主要用超声波器件或具有色散特性的电路网络。数字方式比模拟方式优越之处是性能相同时尺寸较小，灵活、变通，同一台设备可采用多种类型的波形，性能稳定，易于批生产。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

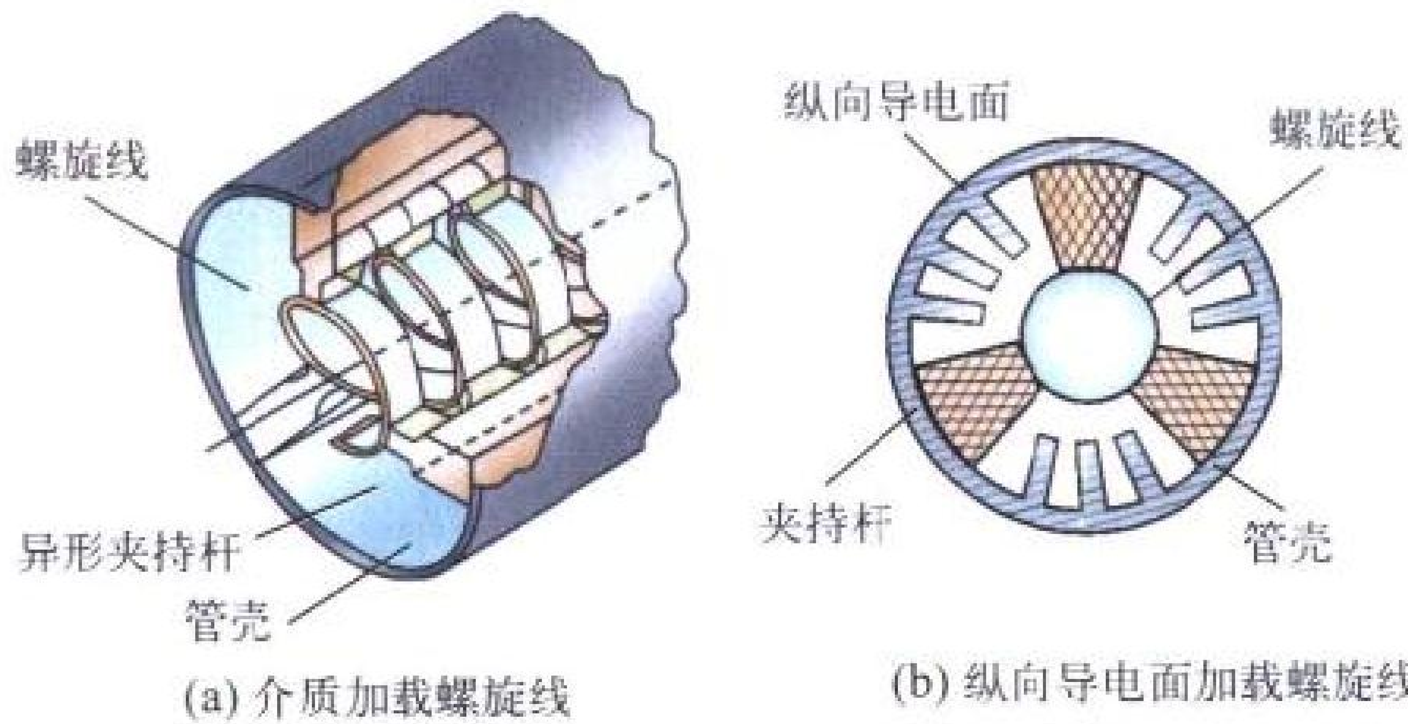
manbo jiegou

**慢波结构**　slow wave structure　行波管中最重要的部件之一。它的作用是使电磁波的相速降低以使电子能和电磁波同步而实现能量交换。它有三个主要参数：(1) 色散特性，即相速随频率变化。频率上升而相速下降称为正常色散，反之称为异常色散。色散弱的慢波结构可以获得较宽的工作带宽。色散特性可以用慢波相速与光速之比 $v_\phi/c$ 与频率的关系来

表示，也可以用布里渊图(即角频率 $\omega$ 与相位常数 $\beta$ 的关系)来表示。前者的优点是直观，但只有相速与频率的关系一个信息。后者的缺点是不太直观，但包含的信息量很大。在此图中任一点的 $\omega/\beta$ 值，也即此点与坐标原点连线的斜率即为其相速，而在该点曲线的斜率即 $d\omega/d\beta$ 为波的群速。相速方向若和群速方向相同为前向波，反之则为返波。在布里渊图中还可以方便地利用对称性画出空间谐波的 $\omega-\beta$ 曲线，从而得到空间谐波的相速和群速。⑵ 耦合阻抗 $K_C$ 定义为

$$K_C = E_{ZM} \times E_{ZM}^* / 2\beta^2 P$$

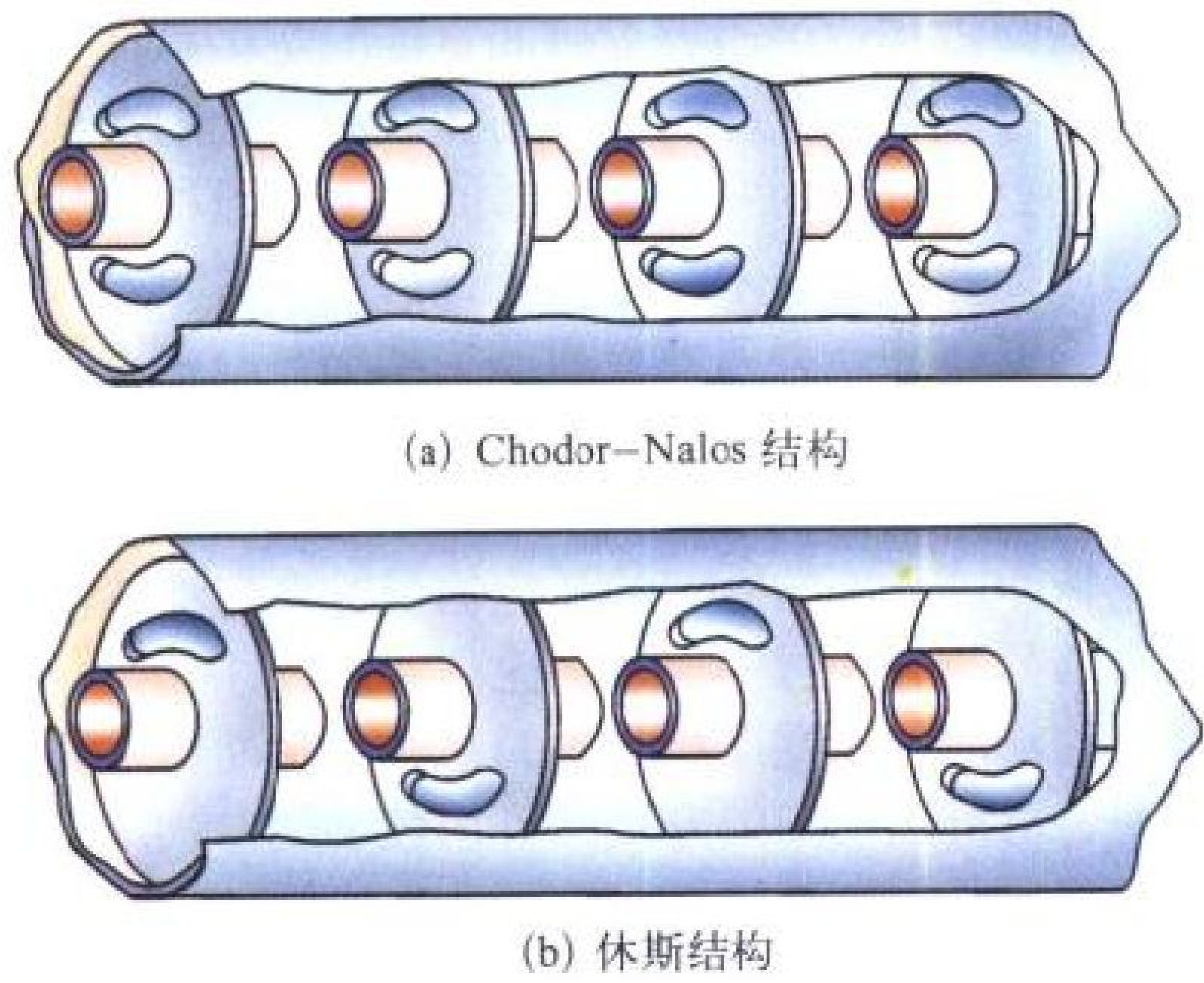
式中 $E_{ZM}$ 为纵向电场的幅值；$\beta$ 为相位常数；$P$ 为通过系统的总功率源。耦合阻抗代表了电磁场与电子流间作用的强



(a) 介质加载螺旋线　　(b) 纵向导电面加载螺旋线

图 1 介质加载和纵向导电面加载螺旋线慢波结构示意图

弱。⑶ 损耗，主要由构成慢波结构的金属的电阻引起的。在慢波结构中存在有介质时(如螺旋线慢波结构中的介质夹持杆)，介质也会引起损耗。显然希望损耗越小越好。实际使用的慢波结构是多种多样的，常见的有螺旋线、环杆、环圈、耦合腔、曲折线、梯形线等，图 1 和图 2 分别给出了螺旋线和两种耦合腔慢波结构的示意图。


(a) Chodor-Nalos 结构

(b) 休斯结构

图 2 两种耦合腔慢波结构示意图

(撰写：邬显平　审订：廖复疆)

manyou

**漫游** roaming　使移动台可以在它登记的归属位置服务区域外使用移动服务的一种机制。移动用户进入不是其归属服务区内的城市和地区，他在新的服务区中注册为漫游者。这是通过前向控制信道 (FCC) 完成的。每个漫游者一直预占着一个 FCC 信道。移动交换中心 (MSC) 周期地在系统中每个 FCC 上发送全局命令，要求所有未注册的用户通过反向控制信道 (RCC) 报告他们的移动识别号 (MIN) 和电子序列号 (EIN)。系统中新的未注册的用户手机收到上述要求后，周期地报告用户信息，MSC 用 MIN / EIN 数据向归属位置寄存器(HLR) 请求获得漫游者的计费状态信息。若漫游者通过漫游计费鉴权，MSC 就将该用户登记为合法的漫游者，漫游者的通信计费自动传送到归属位置服务的提供商处。漫游是现代移动通信系统的重要功能。为了实现漫游，除了技术保障外，还需国际或国内的不同运营部门之间就漫游计费和网络管理等方面达成协议。　(撰写：李仲令　审订：李振邦)

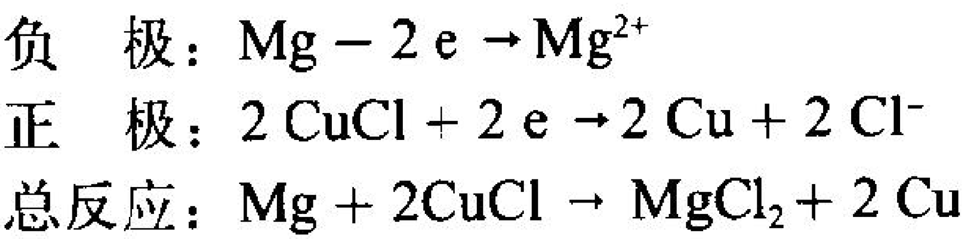
meiti tongbu

**媒体同步** media synchronization　确定媒体对象在时间空间上合成表现顺序和位置的过程。时空特性是多媒体数据和信息在表现时的一个重要特征。空间合成表现为缩放、剪裁、旋转、重叠、合并及邻接等，而时间合成表现为先后、同时和启停等。时间同步常见的有流同步、人为同步及两者的混合同步。流同步要求整个过程的同步，适合于动态对象合成，而人为同步则是指定起止点为同步点，适合于静态对象合成。为了获得媒体的同步操作，在每一种编码方案中除了要传送帧率和帧同步信息之外，都有一个限定端到端时延的定时模型，并在传送码流中隐含或显含着两类定时信息：⑴ 编码时钟速率 (时基)；⑵ 编码时间标记和表现时间标记 (time stamps)。利用这些信息来匹配编解码器的图像间隔和音频样值速率，达到媒体信息同步的目的。

(撰写：戴井岗　审订：程　婵)

meilühuayatong haishui jihuo dianchi

**镁/氯化亚铜海水激活电池** magnesium-cuprous chloride seawater activated battery　以镁合金板为负极，具有导电骨架的 CuCl 电极为正极，使用时用海水电解液激活电池进行放电的贮备电池。电极反应及电池总反应如下


负　极：$Mg - 2e \rightarrow Mg^{2+}$

正　极：$2CuCl + 2e \rightarrow 2Cu + 2Cl^-$

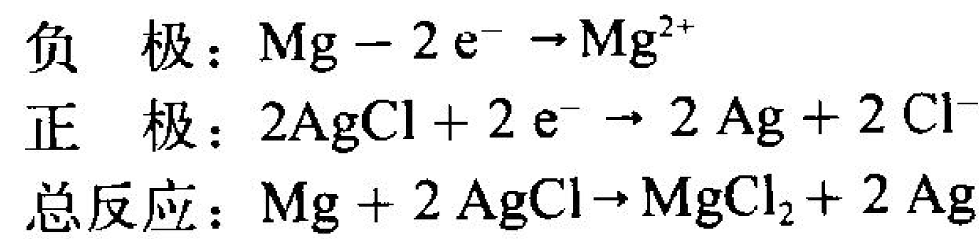
总反应：$Mg + 2CuCl \rightarrow MgCl_2 + 2Cu$

在海水电解液中，Mg / CuCl 电池开路电压为 1.7 V，其适用工作电流密度为数毫安至数百毫安每平方厘米，此时电池单体平均工作电压为 1.1 ～ 1.5 V。电池具有宽的工作温度范围 (−60 ～ 65℃)、较快的激活速度 (小于等于 1 s) 和较高的比能量 (80 ～ 150 W · h/kg)。这种电池不使用贵重的金属 Ag，且诸多性能与 Mg/AgCl 电池相似，因此在很多应用领域里它是 Mg/AgCl 电池的取代者。Mg/CuCl 电池有三种结构类型：浸没型、湿润型和自流型。主要应用于探空气象装置、海洋通信设备和鱼雷动力源等。

(撰写：伊　宇　审订：宋海德)

meilühuayin haishui jihuo dianchi

**镁/氯化银海水激活电池** magnesium-silver chloride seawater activated battery　以镁合金板为负极、AgCl 电极为正极、使用时用海水电解液激活电池进行放电的贮备电池。电极反应及总反应如下


负　极：$Mg - 2e^- \rightarrow Mg^{2+}$

正　极：$2AgCl + 2e^- \rightarrow 2Ag + 2Cl^-$

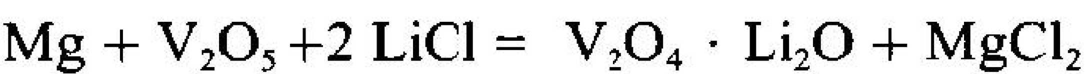
总反应：$Mg + 2AgCl \rightarrow MgCl_2 + 2Ag$

在海水电解液中，Mg / AgCl 电池开路电压约为 1.8 V，其实用工作电流密度为数毫安至数百毫安每平方厘米，此时电池单体平均工作电压为 1.1 ～ 1.5 V。电池具有宽的工作温

度范围 (−60～65 ℃)、快的激活速度 (小于等于 1 s) 和较高的比能量 (80～150 W · h/kg)。其缺点是输出功率受海水温度、盐度影响较大。镁/氯化银具备水激活电池的四种结构类型：浸没型、湿润型、自流型和控流型。主要应用于鱼雷动力源 (如图所示)、水下声呐、海洋浮标、海空救生、应急灯和航标灯的电源等。



Mg/AgCl 海水电池 (32 kW)



(撰写：伊 宇　审订：宋海德)

meiwuyanghua'erfan redianchi

**镁/五氧化二钒热电池** Mg−$V_2O_5$ thermal battery　一种正极活性物质为 $V_2O_5$，负极活性物质为 Mg 的热电池。通常以 LiCl−KCl 二元低共熔盐为电解质。电池反应式为

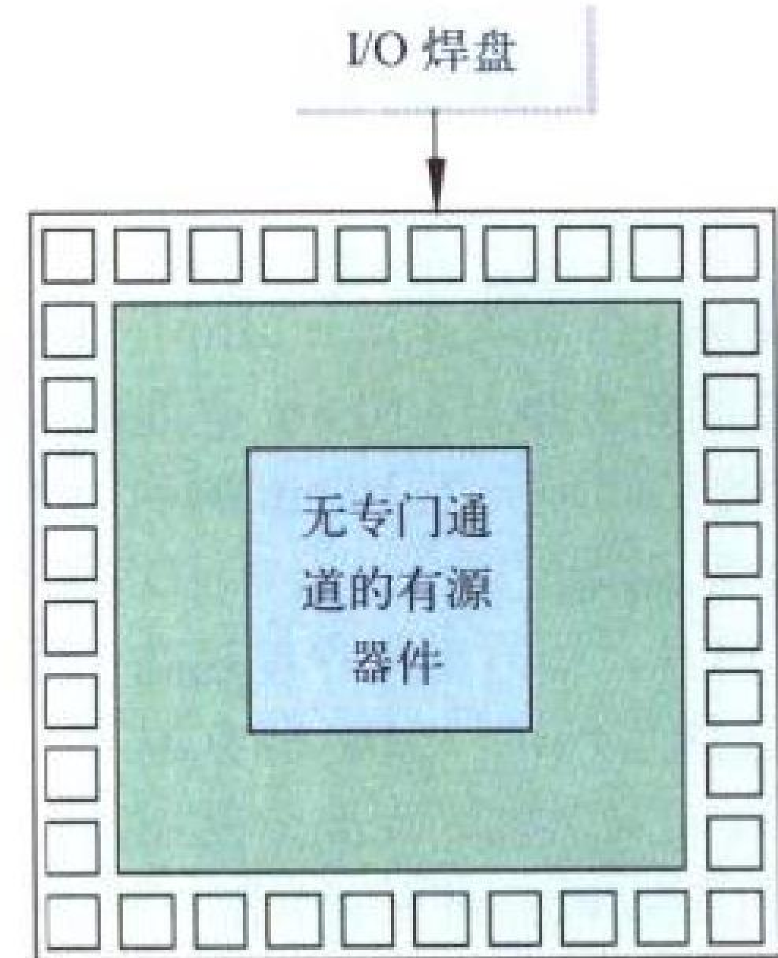
$$Mg + V_2O_5 + 2\,LiCl = V_2O_4 \cdot Li_2O + MgCl_2$$

Mg−$V_2O_5$ 热电池的特点是工作电压较高，在 400 mA/$cm^2$ 工作电流密度时，单体电池峰值电压可达 2.5 V，电噪声小，具有较强的环境适应性，生产工艺简单，适宜批量生产。其主要缺点是工作时间短，通常在 30 s 以内。根据以上特点，Mg−$V_2O_5$ 热电池多用于反坦克导弹、炮弹等战术武器系统。

(撰写：董树本　审订：宋海德)

menhai

**门海** sea of gates (SOG)　一种无通道的门阵列，其结构如图所示。它由基本结构单元沿垂直和水平方向分步重复构成，仅在四周留有输入输出电路部分，而没有布线通道。用门海设计 ASIC 时，芯片的各部分都可视为单元区或布线区，即单元之间的互连是在有源区内进行的。门海的规模越大，布线区所占的比例就越高。因此，能自由选择和扩大布线区的门海最能提高布线效率和芯片面积利用率，达到较高的集成度，但是其布线算法的难度比较大，一般使用在万门以上的 ASIC 中。采用这种门海结构不但提高了门阵列的集成度，而且使得大规模电路的门阵列化和 RAM 的高密度化变得可能。特别是像 RAM 和 ROM 那样按固定图形排列来实现的电路部分，用最小限度的布线长度来构成，可使其集成度大幅度地提高。




门海结构示意图

(撰写：薛舫时　审订：林金庭)

menxian dianping leida

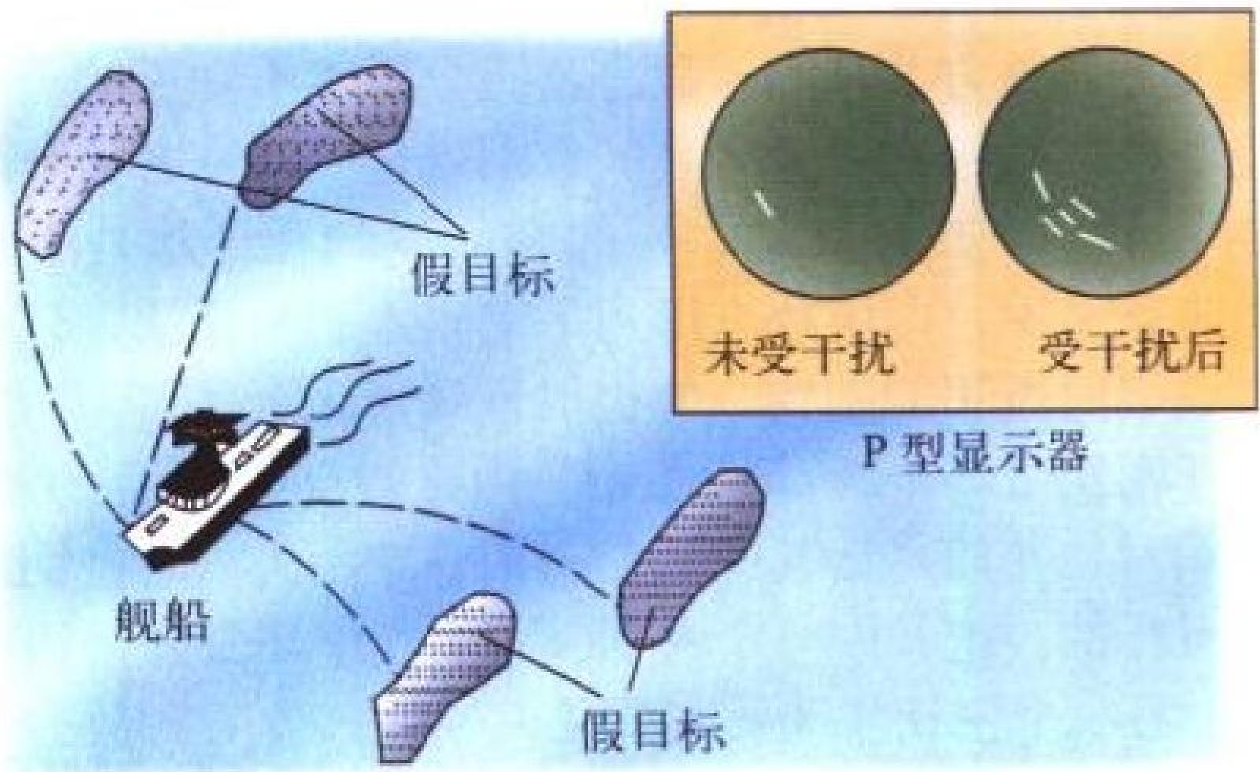
**门限电平(雷达)** threshold level (radar)　为雷达检测目标而设定的电压值或其他量，只有超过该电压值 (或其他量) 的信号才被判为目标 (发现) 信号或保留作进一步处理。在雷达检测中，门限电平的设定与噪声或其他干扰及所要求的虚警概率有关 (参见雷达发现概率、雷达虚警概率)。在现代雷达中，为了适应目标环境的变化，常常采用自适应门限或自动门限技术。一个典型的例子是单元平均恒虚警率 (CFAR) 技术 (参见雷达恒虚警率)。　(撰写：王德纯　审订：张光义)

menzhenlie luoji dianlu

**门阵列逻辑电路** gate array logic circuit　运用门单元电路重复排列构成的门阵列设计制造的逻辑集成电路。IC 制造商提供的门阵列母片上包含门单元电路和 I/O 接口单元电路，在门单元之间留有供布线用的通道，用户提出逻辑功能或设计布局布线，对母片进行布线加工，就可以得到逻辑电路芯片。这种门阵列分宏单元和门单元阵列两类。宏单元阵列中基本单元四周都有供布线用的水平和垂直通道。这类结构便于布线，但通道占用了较大的面积，使芯片面积利用率降低。门单元阵列在行与行之间留有布线通道，布线占用的芯片面积比宏单元结构占用的小。按电路结构分类有 CMOS、BiCMOS、晶体管—晶体管逻辑电路 (TTL)、射极耦合逻辑电路 (ECL) 和 GaAs MESFET 等门阵列电路。按金属布线层数分有单层、双层、三层等。门阵列逻辑电路主要指标有：集成度、门延迟、门功耗、I/O 数等。应用时，根据用户的功能设计、逻辑设计，先在工作站上模拟验证，通过布局布线形成包含宏单元及其相互连接的文件，并以此为基础制作出互连掩模，在母片上完成布线工艺，经封装、测试，完成全部电路制作。　(撰写：薛舫时　审订：林金庭)

mihuoshi ganrao

**迷惑式干扰** confusion jamming　为降低敌雷达系统对目标的捕获概率，围绕真目标施放多个假目标，且假目标的雷达截面积应与被掩护的目标相当，使敌雷达系统分辨不清真假目标的一种干扰方式。迷惑式干扰是用箔条干扰火箭布设的远程雷达假目标，迷惑敌方导弹发射平台上的搜索雷达和火控雷达。当我方舰艇雷达侦察告警设备发现敌搜索雷达和火控雷达开机搜索目标时，用远程箔条干扰火箭向本舰周围数千米距离发射若干枚箔条弹，形成多个雷达假目标，使敌雷达难以判别真假。迷惑式干扰原理如图所示。没有干扰时，




迷惑式干扰示意图

在雷达P型显示器上，只有舰船目标，实施迷惑式干扰后，敌雷达P型显示器上会出现多个目标。

（撰写：孙 静 审订：孔令春）

mibo leida

**米波雷达** meter radar 工作波长在1～10 m（30～300 MHz）的雷达。根据ITU指定雷达可以使用的两个频段为138～144 MHz和216～225 MHz。米波雷达不受天气的影响，由于对RCS的隐身技术在此波段效果较小，因此米波雷达具有一定的反隐身目标能力。在光滑的地面或海面上传播，由于多路径干涉效应，雷达最大作用距离较自由空间作用距离增大1倍，但在探测空域中产生盲区。米波雷达采用的技术与传统的无线通信、广播技术十分接近，机械制造公差要求不高，因而造价较低、适用于解决大面积国土防空警戒任务。但米波波段频带拥挤、带宽窄、外部噪声电平较高。米波雷达体积大、角分辨率差，抗有源干扰性能低劣、生存能力较弱、美国和北约早已不采用，俄罗斯目前防空及防天早期预警系统仍大量采用米波雷达。近年来，由于米波雷达具有较好的反隐身目标能力、以及宽频带和角超分辨技术的应用、使米波雷达引起了雷达界的重视。我国的雷达事业是从设计、生产米波雷达发展起来的。1956年我国自行设计成功远程米波警戒雷达，其后发展成系列，并用于国土防空之中。

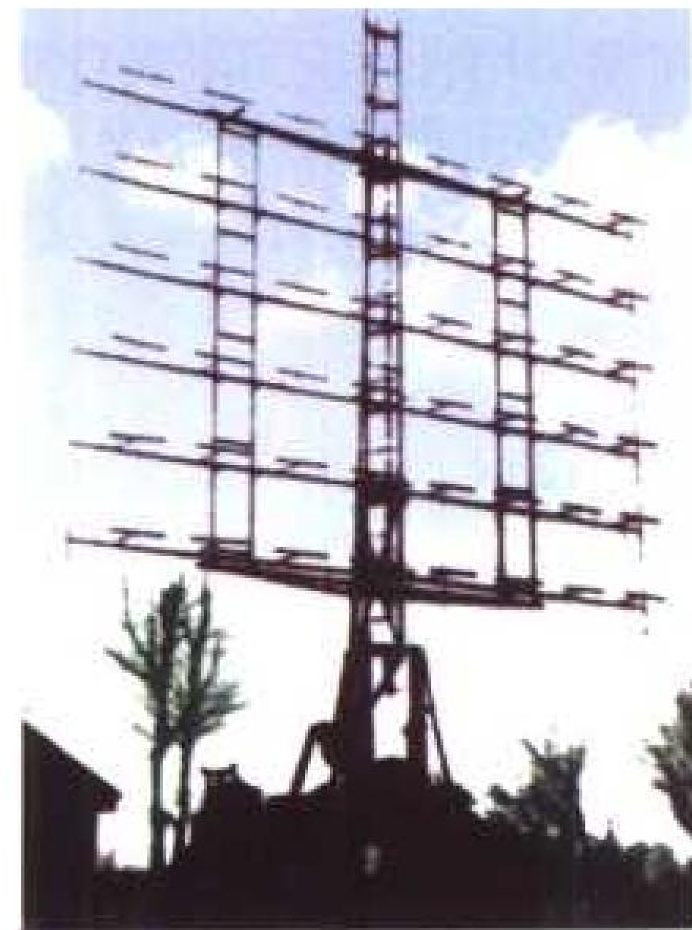


图1 远程米波警戒雷达



图2 远程米波双频警戒雷达

（撰写：王福如 审订：华海根）

mimi miyao

**秘密密钥** secret cryptokey 在秘密密钥密码体制（算法）中，发方和收方共享的、敌方密码分析者不知道的一种秘密信息。密码学中有一条著名的原则就是“秘密必须全部寓于密钥之中”。其含义是，好的密码体制和算法是不用保密的，也就是说，即使敌方得到了密码体制和算法，只要他无法得到当时所用的密钥，他也很难破译这个体制（算法）。而在公开密钥密码体制（算法）中，由收方或可信第三方生成一个密钥对，并使得从其中一个密钥推导出另一个密钥是计算上不可行的；把其中一个密钥公布于众作为公开密钥（public key），另一个密钥作为收方的秘密密钥。发方和敌方密码分析者都知道收方的公开密钥，但是都不知道收方的秘密密钥。发方用公开密钥将明文加密成密文，收方接收到密文后则用自己私有的秘密密钥将密文解密恢复明文。秘密密钥密码体制和公开密钥密码体制如图所示。

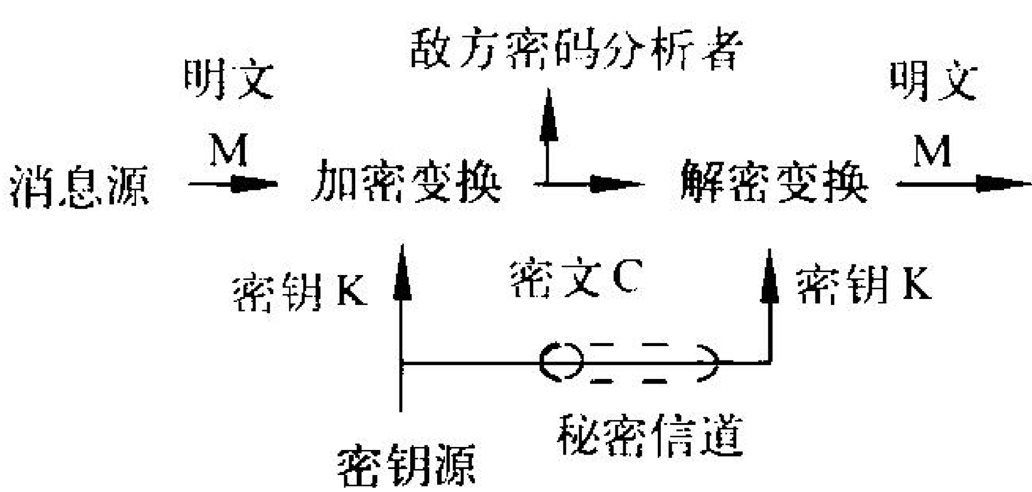



图1 秘密密钥密码体制

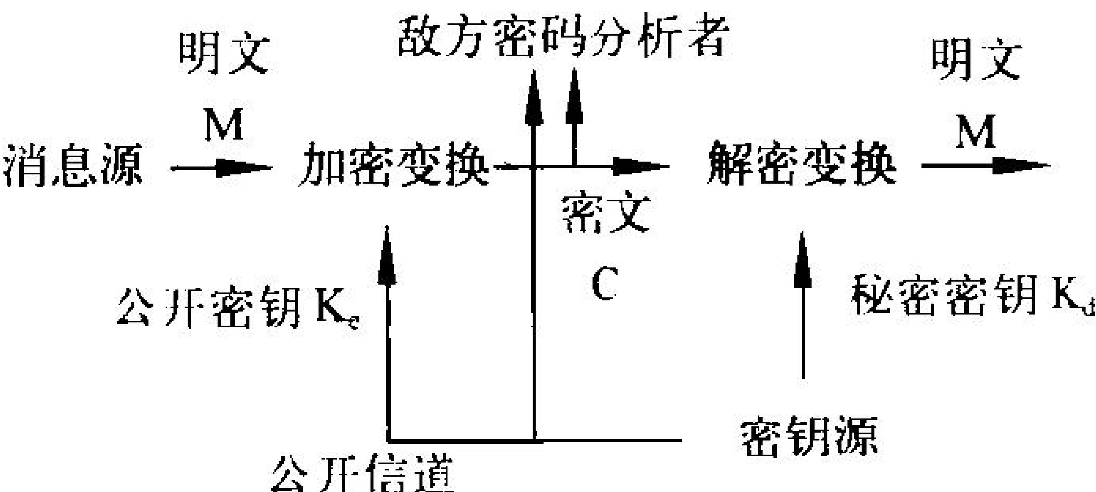
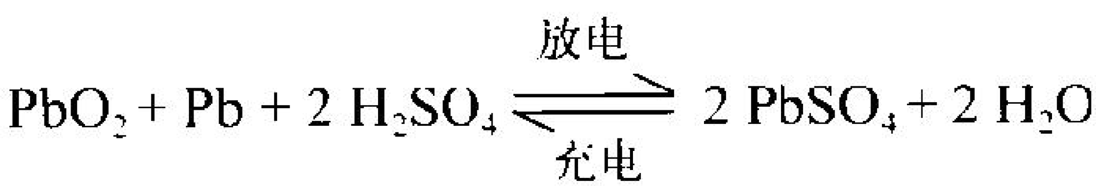



图2 公开密钥密码体制

（撰写：朱甫臣 审订：黄月江）

mifeng qiansuan xudianchi

**密封铅酸蓄电池** sealed leadacid battery 电池内部具有氧复合和限制氢析出的机制，并采用阀控式结构，允许过高的内压释放，阻止液体泄漏的铅酸蓄电池。由于使用时无须维护，也是免维护铅酸电池的一种。电池的充放电反应如下



$$PbO_2 + Pb + 2\,H_2SO_4 \underset{\text{充电}}{\overset{\text{放电}}{\rightleftharpoons}} 2\,PbSO_4 + 2\,H_2O$$

铅酸电池在充电过程中和充电终了时电极上伴随着水的分解反应。密封蓄电池采用了非锑合金板栅（如铅钙合金），提高了析氢过电位，使氢气难以产生。在电池的充电过程中又采用了限压充电，可进一步限制水在电池充电末期的分解反应。同时密封电池在设计上采用负极容量过量和贫电解液设计、超细玻璃纤维隔膜及限压阀密封结构，这就有效地控制了充电过程中负极上氢气的析出，而且使充电后期正极上产生的氧气能通过超细玻璃纤维隔膜扩散到负极，被海绵状铅吸收，并且与硫酸反应生成硫酸铅和水。密封铅酸蓄电池已广泛用作各种通信（包括军用通信）设备、小型电子仪器、割草机和机车等的电源或备用电源。

（撰写：汪继强 审订：宋海德）

miji bofenfuyong

**密集波分复用** dense wavelength division multiplexing (DWDM) 两个或更多个波长间隔在0.1～10 nm之间的光载波同时在一根光纤中传输。波长间隔大于10 nm的称为波分复用（WDM），小于0.1 nm的则称为光频分复用（OFDM）。其在原理上同属于光频复用。通常，信道密集程度越高，要求每个信道光源谱宽及波长选择器件的3 dB带宽越窄。DWDM系统的基本组成单元有光发射机、光波分复用器、传输光纤、光波分解复用器和光接收机。对WDM和DWDM系统而言，可用强度调制和直接检测方式；对OFDM系统，直接检测或相干检测两种方式都可以采用。根据需要，DWDM系统可构成单向或双向传输方式。采用DWDM构成光传输系统和网络有如下特点：(1)可更充分利用光纤的宽带

特性，进一步扩充传输容量并节省传输光纤，降低成本；(2)改善传输系统设计自由度，提高组网灵活性，便于现存系统和网络的改造；(3)可完成多种电信业务的综合、分离并可增加业务种类。因而，DWDM在应用于扩容和光组网技术方面极具竞争力。 （撰写：肖学智 审订：蒋再娟）

miji bofenfuyongshang hulian xieyi

**密集波分复用上互联协议** IP over DWDM 在密集波分复用(dense wavelength division multiplexing)光纤网络上运行网际协议(Internet protocol)。将IP分组装入传输帧内直接在DWDM网上传输，是组建IP网络的一种方案。传输帧格式目前未标准化。一种方案类似吉比特以太网，优点是便于和已有的大量以太网互联。另一种方案借鉴SDH，不过会作一些修改和简化。Ip over DWDM相对于Ip over ATM和Ip over SDH节省了ATM和SDH设备。研究的技术有传输帧格式的制定、IP选路与光波长选路(DWDM网中采用光交叉连接等设备时)的配合、IP网抗毁和DWDM网抗毁的配合等。发展趋势是采用多协议标记交换(MPLS)等机制，优化网络设计以满足服务质量(QoS)并有效利用网络资源。

（撰写：李乐民 审订：李振邦）

mima fenxi

**密码分析** cryptoanalysis 又称密码破译。密码学中，在不知道加密算法所使用的密钥的情况下，将已被加密的消息转换成明文要进行的步骤和操作。密码分析是对密码体制、密码体制的输入输出关系进行分析，以便推出机密变量和包括明文在内的敏感数据。密码分析是企图挫败密码技术以及更一般说来的信息安全业务的数学技术学科。基本的密码分析依赖于自然语言的多余度，使用"分析—假设—推断—证实(或否定)"的四步作业方法，基本数学工具是统计分析、数学演绎和归纳。密码分析学是密码学中的一个分支学科，它和密码学的另一个分支学科——密码编码学是两个相互对立、相互依存、相互促进的学科。密码分析攻击的类型有：惟密文攻击——只有密文串可供破译用；已知明文攻击——已知一些明文及其对应的密文；选择明文攻击——密码分析者能够选择一些明文，并构造出这些明文所对应的密文来；选择密文攻击——密码分析者能够选择一些密文，并构造出这些密文所对应的明文来。对任意一个计算上保密的密码体制(算法)而言，至少有一种破译分析方法可攻击它，那就是穷举密钥搜索法(又称强力攻击法)。如果能证明，破译一种密码算法的任意破译分析算法的复杂度都不小于穷举密钥搜索量，那么就可称"此密码算法设计得好"。

（撰写：朱甫臣 审订：黄月江）

mima qiangdu

**密码强度** cipher strength 密码体制抗密码分析攻击的能力。一般来说，有六条衡量标准来评估一个具体密码体制的密码性能：周期性、密钥量、随机性、线性不可预测性、相关免疫性和密码破译复杂性。对这六条标准的测试是衡量一个密码算法强度的重要过程：为了对付"穷举搜索攻击(或称强力攻击)"，一个密码体制应具有大的周期和密钥量。随机性的检测，一般是用局部随机性检测方法，检测项目主要有：频数检验、序列检验、扑克检验、游程检验、自相关检验、互相关检验、全排列检验等，要求一密码算法能生成随机性好的密码序列是为了对付"统计攻击"。线性不可预测性主要是指线性复杂性，要求一密码算法能生成线性复杂性合乎要求的密码序列是为了对付"线性等价攻击"。任意组合函数的相关免疫度都是可以计算出来的，要求具有高阶相关免疫性是为了对付各种"相关攻击"。虽然对一个具体的密码算法来说，密码破译复杂性是一个定值，但是由于它与破译该密码算法的最佳破译算法有关，即此定值是破译该密码算法的最佳破译算法的复杂性，也就是说，此定值是破译该密码算法的破译算法的复杂性下界。但是，复杂性下界问题是算法复杂性理论中难度最大的几个问题之一，故而此条标准不大好测量。但是，应给出目前最好的破译算法的复杂性，也就是破译该密码算法的破译算法的复杂性上界，用它来作为密码破译复杂性的衡量值。

（撰写：朱甫臣 审订：黄月江）

mima sheji zhunze

**密码设计准则** cryptographic design criteria 设计密码体制(算法)的基本原则。所谓的设计准则就是为了确保所设计的密码算法的密码性能(或称密码强度)的原则要求。主要的设计准则有：密码体制即便不是在理论上不可破的，也应该是在实际上不可破的；秘密必须全部寓于密钥之中，这就是说，密码体制和密码算法可以是不保密的，即使敌方得到了密码体制和算法，只要他无法得到所用的密钥，他也很难破译这种体制；解密时错误扩散应尽可能小，以避免因接收信息损失大而需要重发密文；消息经加密处理后，不希望其规模增大，否则会降低通信效率。一般来说，现在所设计的密码体制都是属于"计算上保密的"体制。所谓"计算上保密"的含义就是密码体制"理论上可破，实际上难破"。

（撰写：朱甫臣 审订：黄月江）

mima suanfa

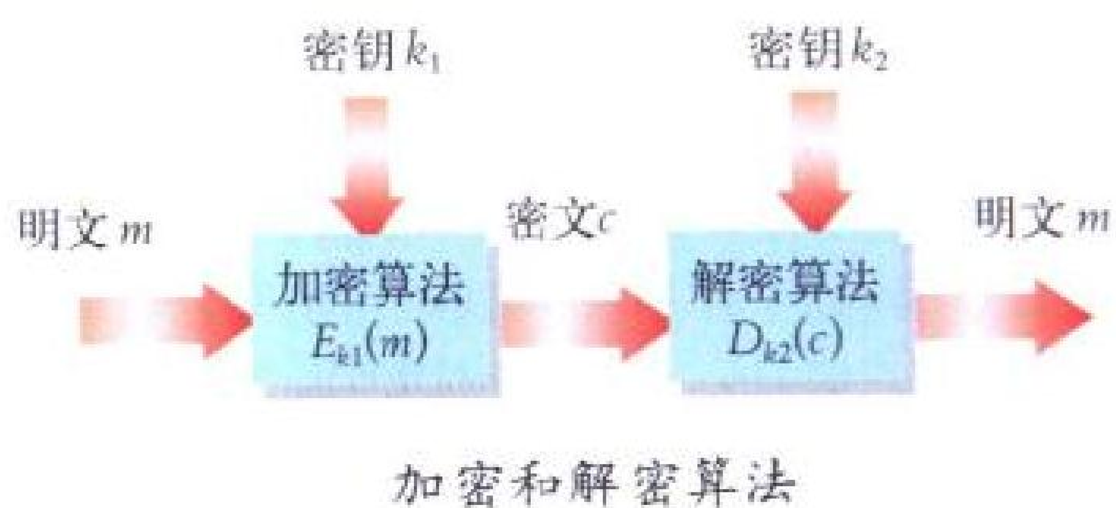
**密码算法** cipher algorithm 一组受密钥控制将明文变换成密文、或将密文变换成明文的规则。将明文变换成密文的算法称为加密算法，将密文变换成明文的算法称为解密算法，如图所示。若在密钥($k_1$)的作用下，输入明文($m$)经变换后得到密文($c$)，加密算法可表示为

$$c = E_{k1}(m)$$

式中$E$表示加密算法。反过来，在密钥($k_2$)的作用下，输入密文($c$)经变换后得到明文($m$)，因此解密算法可表示为

$$m = D_{k2}(c) = D_{k2}(E_{k1}(m))$$

式中$D$表示解密算法。当$k_1 = k_2$时，称为对称密钥密码算法(或称单密钥密码算法)；当$k_1$完全不同于$k_2$(而且想从其中一个密钥推导出另一个密钥是计算上不可行的)时，这种算法就称为非对称密钥密码算法(或称双密钥密码算法)。在




加密和解密算法

密码算法中，密钥起着关键的作用，即"秘密全部寓于密钥之中"。 （撰写：林望重 审订：穆良知）

mima tongbu

**密码同步** cipher synchronization 为通信系统中收发两端的密码设备提供一个共同的时间参考点，以确保它们能够正确进行加/解密的过程。在保密通信设备中，密码同步是保证保密通信有效性和可靠性的必要条件之一。密码同步过程一般分为两部分：一是同步码组的编/解码；二是消息密钥的编/解码。对一个具体密码算法而言，一旦其初始参数（主要是各类密钥）确定下来以后，就会产生相同的具有所期望（一般是相当大）周期$p$的密码序列$S_p$。同步码组为收发两端的密码设备提供一个共同的时间参考点，使得收方能够识别出一加密后的消息序列的加密起始点，以便完成正确的解密过程。消息密钥为实际用来进行加/解密的密码序列段$S_m$（$m \ll p$，$S_m$是$S_p$上的一个截断）提供一定数量的不同的起点，用以达到一次一密的效果。密码同步通常分为一次同步、多次同步和随机同步三种方式：通信一开始建立同步，以后不再进行同步过程，或是发现失步才重新建立同步，或是一次密码作业期间同步一次，这些都称作一次同步；定时进行同步过程，不管密码原来是否同步，称作多次同步，对于那种定时间歇很短的多次同步又称作连续同步；从密文中提取特殊码组作为同步码组来进行密码同步称作随机同步。

（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

mimaxue

**密码学** cryptology 又称密码术、保密学。它是研究密码编码学和密码分析学这两方面内容的科学。密码编码学是密码学的一个分支学科，一般在不会引起混淆的情况下，就把密码编码学简称作密码学。它是研究与信息安全（如保密性、数据完整性、实体鉴别及数据源鉴别）方面有关的数学理论与技术；是包含有数据变换的原理、工具和方法的一门学科，这种数据变换的目的是为了隐藏数据的信息内容，阻止对数据的篡改以及防止未经许可使用数据；是论述使明文变得不可懂以及把已加密的消息变换成可懂形式的技艺和技巧；是密写的科学和研究科目：一种密码就是一种密写的方法，利用它，就可以把明文变换成密文。把明文变换成密文的过程叫做加密；其逆过程，把密文变换成明文的过程叫做解密。加密和解密都是用一个或多个密钥来控制的。

（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

mima zhouqi

**密码周期** cryptoperiod, cryptographic period 在实际应用中，大多数密码都是伪随机密码，这种密码存在密码周期。密码周期是指密码算法所能产生的密码输出的周期。密码算法所使用的密钥不同将导致其所产生的密码输出序列不同，但不同密码输出序列的周期应相同。消息密钥的作用就是改变加/解密所使用的密码序列的起点，以达到“一次一密”的效果。因此，密码序列周期$P$、消息密钥量$M$和密码周期$Z$之间应有如下关系

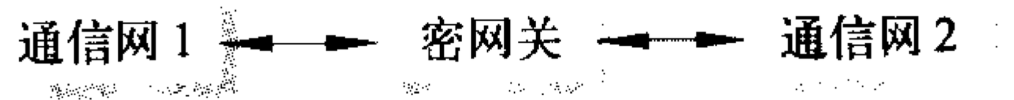
$$M \times S \leqslant P,\ Z \leqslant M$$

式中 $S$为加/解密所使用的密码序列段的可能的最大长度。密码周期可以起到如下作用：限制可为密码分析者利用的、与指定密钥有关的信息；在个别密钥泄漏的情况下，将遭受到的损害减小到最低限度；限制将一种特殊技术用于估计密钥的有效使用寿命；限制计算能力强的密码分析可利用的时间（在不要求用长期密钥保护的应用场合）。

（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

miwangguan

**密网关** secure gateway 网关的作用是实现异型通信网的互联互通，而密网关的作用则是实现异型保密通信网的互联互通。异型保密通信网之所以不能互联互通，主要是由于它们所采用的信令体制（通信协议）、密码体制（含密码算法、密码同步等）、密钥管理体制以及语音或数据编码体制等互不相同所致。要实现异型保密通信网的互联互通，就需要一种互联两网的设备——密网关。密网关的作用是：(1) 实现异网的物理接口；(2) 完成异网之间的通信协议转换；(3) 完成异网的密码体制（含密码算法、密码同步等）转换；(4) 完成不同的语音或数据编码体制的转换；(5) 接受两网的密钥管理。密网关与异型通信网的连接如图所示。




密网关和异型通信网的连接

（撰写：林望重　审订：穆良知）

miyao

**密钥** cryptokey 使用密码算法加密或解密信息时所依赖的一组数据。对信息进行加密时，加密者将密钥及消息一起送入密码算法进行运算，便得到密文。接收者必须知道密钥才能将接收的密文解密成明文。一个好的密码体制其保密性不应依赖于密码算法而只依赖于密钥。因为在最坏情况条件下，应当假定密码破译者具有该密码体制的完全知识。在对称密码体制中，加密和解密的密钥是一样的，都需要保密，因此，密码体制保密的核心是密钥。而在非对称密码体制中，加密和解密密钥可以不一样，而且，一个保密一个可以公开，从而极大地扩展了密码的应用领域和范围。如以公开密钥作加密密钥，用户的私钥作解密密钥，则可实现保密通信；反之，若以用户私钥作加密密钥，以公开密钥作为解密密钥，则可用于数字签名。（撰写：黄月江　审订：穆良知）

miyao chansheng

**密钥产生** cryptokey generation 高质量密钥或密钥对产生的过程。密钥产生应具有不可预测性，即要求密钥空间的任一元素要能够等概率地产生，所以应采用一种像抛硬币或掷骰子那样的真随机过程来产生密钥。在实际应用中，通常使用能产生真随机信号的电子器件（如噪声二极管等）来产生密码系统中的密钥。同时，为了保证所产生的密钥具有良好的随机性，应对其进行随机性检验。这种随机产生的密钥能够有效防止密码分析者利用密钥的知识找到破译的捷径。在某些密码体制中，还可能存在能够让密码分析者减少破译工作量的密钥，称为弱密钥。尽管其数量极少，但为了确保安全，在密钥产生时，要将其剔除。因为密钥的重要性，因此密钥产生的环境和设备应该有很高的物理安全性。

（撰写：黄月江　审订：穆良知）

miyao cunchu

**密钥存储** cryptokey store 为密钥安全使用而提供的安全存储设施和方法。由于密钥的重要性，从产生、分配、使用一直到销毁的全生存周期，都必须有完善的安全存储措施。对秘密密钥而言，必须保证其机密性和完整性。对公开密钥而言，必须保证其完整性。秘密密钥必须用物理安全手段加以保护，如存储在有物理安全措施的密码设备内，或用具有

物理安全的密钥加密后存储在其他介质上。另外，必须对存储的密钥设立适当的鉴别机制，从而可检测对密钥的非法篡改。（撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao fenceng jiegou

**密钥分层结构** hierarchical structure of cryptokeys 将密钥分为不同层次，用上一层密钥保护下一层密钥进行分配或存储的体系结构。如图所示为一种密钥分层结构。采用密钥分层结构的原因是：密码体制中的密钥被破译的危险随使用时间增长和加密数据量增大而增加。因此，密钥必须经常更换以维持高质量的保密。当密码设备分布的地域很广时，频繁地采用人工或秘密信道进行密钥分配会产生难以接受的开销。为人们所广泛接受的解决办法是使用通信信道本身进行




密钥分层结构

密钥分配。显然，密钥经过非保密信道传送时，必须对密钥本身加密。用于对密钥进行加密的密钥（密钥加密密钥）的使用比实际通信密钥（数据加密密钥）频度低得多，因此，无须像实际通信密钥一样频繁更换。从图中可以看出大量数据可以通过少量动态产生的数据加密密钥（初级密钥）进行保护，而数据加密密钥又可由更少量的，相对不变的密钥加密密钥（二级密钥）来保护。当系统庞大，且使用的密钥加密密钥数目很多时，还可以采用主密钥来保护二级密钥。这样，只需将极少数量的主密钥存储在有严密物理保护的存储器中，而其他密钥则可以用主密钥加密后进行存储或传输，因而可大大简化密钥管理，并改善密钥的安全性。

（撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao fenpei

**密钥分配** cryptokey distribution 把密钥安全地提供给合法需求方的过程。传统的分配方法是通过信使传送密钥，密钥可用密表、穿孔纸带或电子形式记录。这种方法的安全性完全取决于信使的忠诚和素质，成本较高，实时性差而且容易出错。为了克服这些缺点可采用密钥分层结构的解决方案：信使只传送少量密钥加密密钥，密钥分配中心（KDC）自动产生大量的数据加密密钥，并用密钥加密密钥对其加密保护后经由公开信道分配给保密设备使用。这样既减少了信使的工作量（因而大大降低了费用和差错），又克服了采用一种密钥加密过多数据的缺点。利用公开密钥密码体制，也可以把用于数据加密的密钥加密后通过公开信道分配给各需求方。由于使用环境各异，存在各种各样的密钥分配协议。安全的密钥分配协议有下列要素：保密、防篡改、防重发、源点和终点相互可鉴别、准确可靠。密钥自动分配广泛地应用于军事、政府和金融信息系统中。

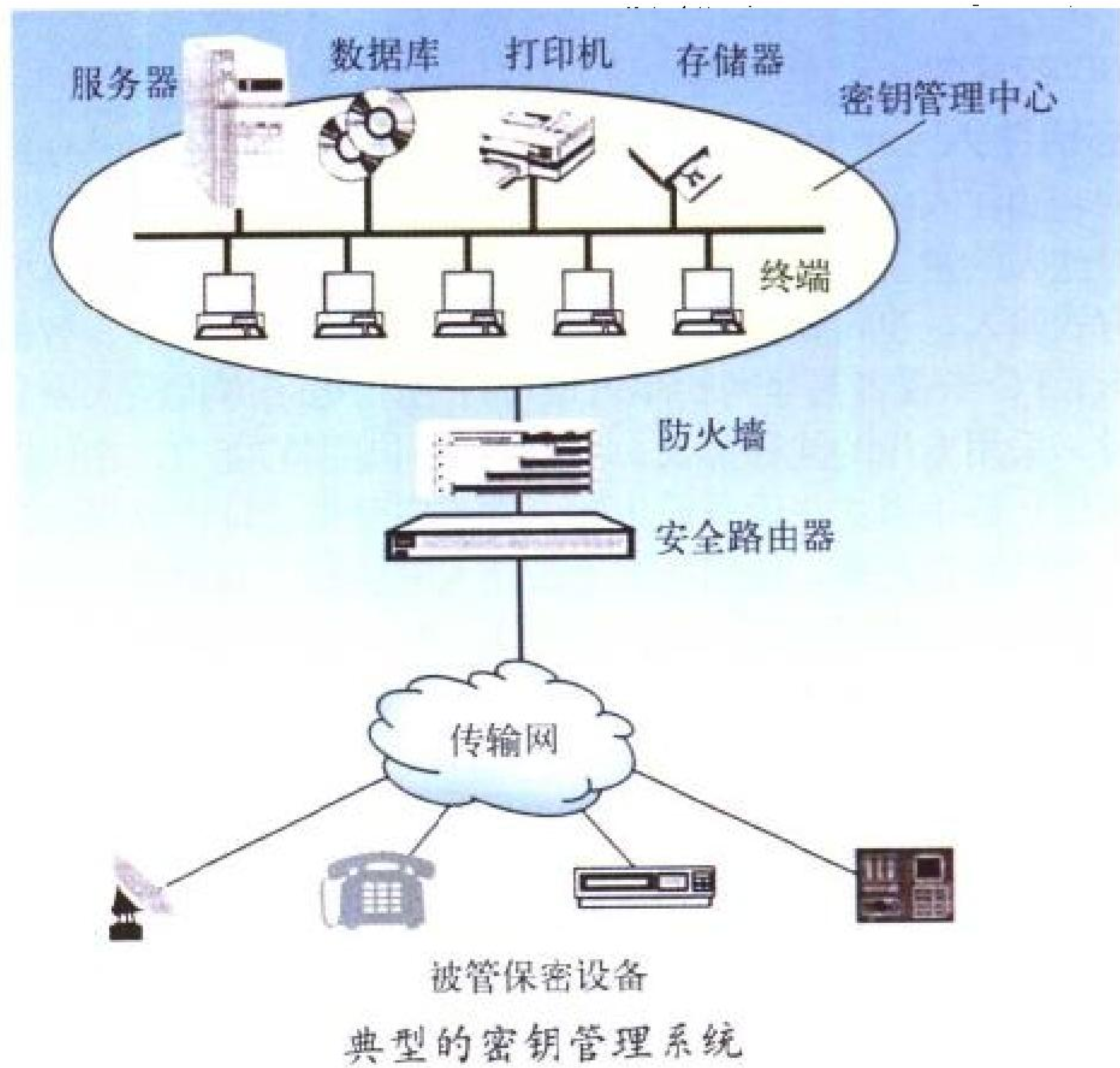
（撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao genghuan

**密钥更换** cryptokey update 为继续安全使用密码系统而更换密钥的过程。当知道或怀疑密钥已泄露时，或到了能通过密码分析攻击而确定的密钥使用时限时，要将现用的密钥用新密钥予以更换，更换下来的密钥一般废弃不再使用。更换密钥时，不能简单地将原来的密钥进行变形后继续使用，而要由专门设计的密钥产生系统产生高质量的密钥，并用密钥分配系统分配给密码设备使用。此外，密钥更换还应不影响系统的正常工作。（撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao guanli

**密钥管理** cryptokey management 按照一定安全策略产生、存储、分配、更换和应用密钥的过程，其目的是为了对密码体制所用的密钥提供安全保障。密钥的安全管理是保密机制能否完整地嵌入信息系统的最关键因素之一，如果密钥管理脆弱，即便具有最完善的安全理论，对于系统安全而言也无济于事。密钥管理方案一般取决于要处理的密钥类型、密码设备类型、密码设备所处的环境特性及应用的类型等。密钥管理的核心问题是保证密钥分配的安全。首先，要保证密钥在安全的环境中产生，传输时，要保证密钥不被破坏、更改和泄露。通常为了提高密钥管理的效率和自动化程度，需要设计一个密钥管理系统来配合密钥管理人员完成密钥管




典型的密钥管理系统

理的过程，在大型系统中尤其如此。典型的密钥管理系统如图所示。密钥管理系统在军队、政府和金融的信息安全领域中有大量的应用。（撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyaoliang

**密钥量** cryptokey variation 密码算法可用的密钥变量总数。例如数据加密标准（DES）使用的密钥是 56 bit 随机数，其变化可能有 $2^{56}$ 种，因此其密钥量是 $2^{56}$。对任何给定的密码体制，都必须确定破译它所需的运算次数或存储单元数，然后判定这个数字对于使用该密码体制是否足够安全。但对现代各种各样复杂的密码体制，要作出解答不是一件易事。如果密码分析者能实验每一种密钥，那么他将能破译我们的体制。因此，对密码分析者所需的最大运算量的一种估计就是试验所有密钥所必须的运算次数。所以，根据密钥量就能估算出破译一个密码体制所需要运算次数的上界。针对密钥

穷举攻击而言，密钥量越大，则密码体制越安全。然而，密钥量越大则密钥长度就越长，这意味着密钥的安全分配和准确的输入就越困难。故实际使用的密码体制通常选取适当长度的密钥。 （撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao qiongju

**密钥穷举** cryptokey exhaustion 通过试验每一种密钥而破译密码算法的破译攻击方法。由于该方法有别于利用密码算法本身的缺陷来寻找捷径进行破译，因此又称强力攻击。这种方法通常在密钥较短时才有效，因为密钥每增加 1 bit，利用该方法进行破译的工作量就得增加 2 倍。对于一个密码算法而言，最起码的安全性要求是在密码算法使用期内，能够抵抗密钥穷举攻击。 （撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao xiaohui

**密钥销毁** cryptokey destruction 毁掉密钥或删除不再需要的密钥的过程。销毁一个密钥意味着消除这个密钥的所有记录，即在删除后无任何具有与被销毁的密钥有关的可用信息存在。密钥销毁分为物理销毁和电子销毁等。物理销毁通常连同密钥存储媒体一起销毁，电子销毁通常采用电子控制的办法对电子存储介质或磁存储介质进行无用信息（填“0”）覆盖的办法加以销毁。 （撰写：黄月江 审订：穆良知）

miyao zhuru

**密钥注入** cryptokey loading 使用密钥注入设备将其存储的密钥注入保密设备。一般情况下，注入密钥的操作者应当对注入的密钥值毫无所知。密钥可采用手工（如使用键盘）的方式输入，也可用电子方式注入（如密钥枪、IC 芯片、智能卡、PC 卡或者其他密钥注入设备）。使用电子方式注入密钥时，采用专用的注钥协议，并具有双向鉴别的能力，密钥以格式化数据形式在设备间传输，并有完整性验证机制保证注入密钥的正确性。使用手工方式注入密钥时，必须要具有输入正确性的验证措施。如在密钥注入时，密钥或密钥分量可以暂时被显示出来，通过观察确认，保证输入密钥的正确性。如果将加密的密钥或密钥分量注入保密设备，那么无需显示密钥或密钥分量的明文值。

（撰写：祝世雄 审订：穆良知）

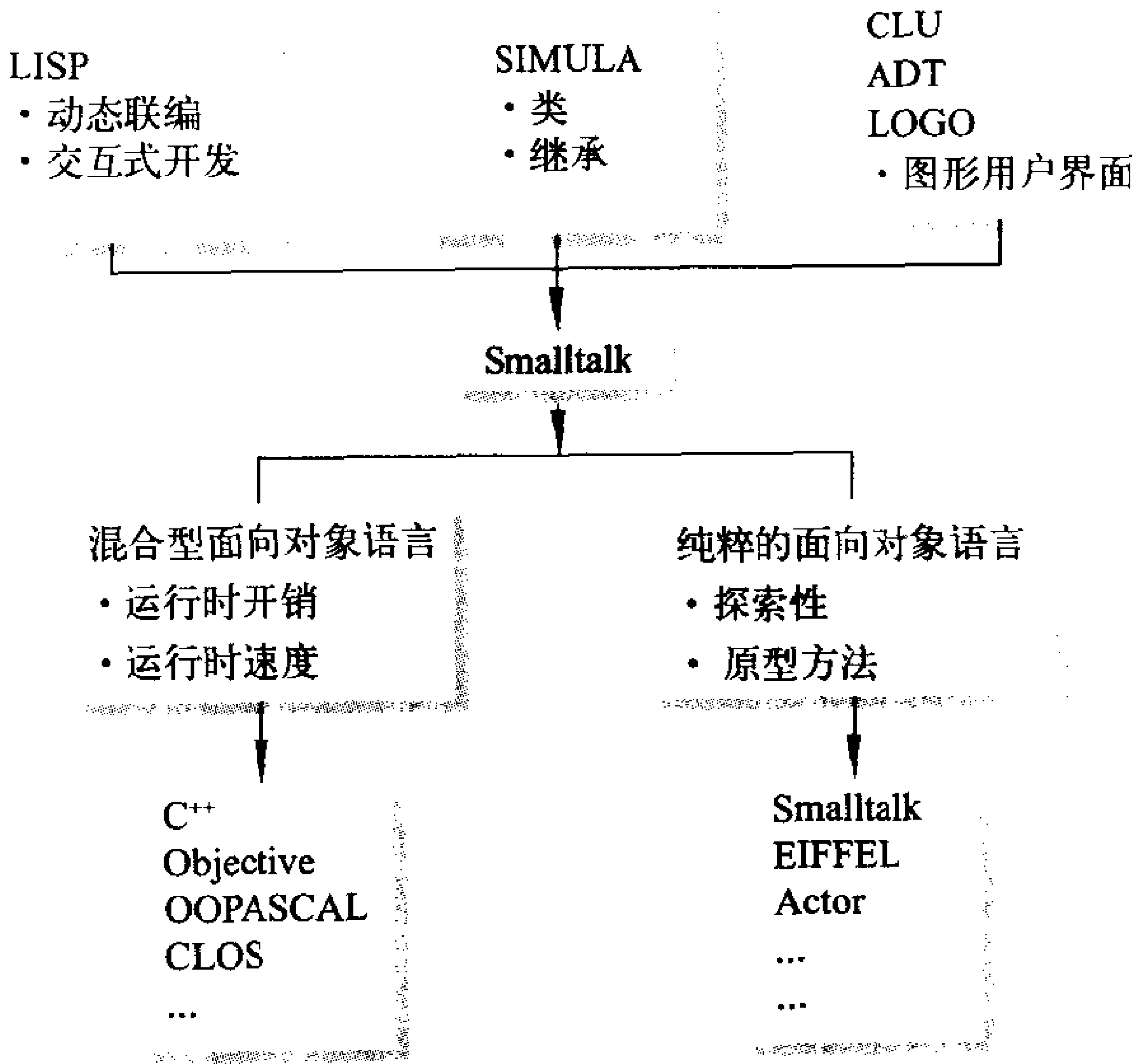
mianxiangduixiang chengxu sheji

**面向对象程序设计** object-oriented programming (OOP) 设计与构作面向对象程序的方法与过程。面向对象程序设计以对象为核心，对象是程序运行过程的基本成分。面向对象程序设计语言中提供了类、继承等设施。面向对象程序设计即为设计类及由类构造程序的方法与过程，用计算机对象模拟现实世界对象。面向对象程序设计中的基本概念有对象、类、继承、多态和绑定。面向对象程序设计综合了功能抽象和数据抽象，它将解决问题的过程视为一个分类演绎过程，对象是数据和操作的封装。相比较而言，结构化程序设计侧重功能抽象，它将解决问题的过程视为一个处理过程，每个模块都是一个处理单位。在结构化程序设计中，过程为一独立实体，显式地为使用者所见；而在面向对象程序设计中，操作是对象私有的，只能通过消息传递来引用。如果参数相同，则过程调用的结果相同，而同一消息的多次发送可能产生不同的结果，这取决于对象的当前状态。面向对象程序设计始于 20 世纪 70 年代的 SIMULA-67。目前流行的典型的面向对象语言有 Smalltalk 和 C⁺⁺、其他还有 Object Pascal、Objective C、DRAGOON、BETA、Emerald、POOL、Eiffel、Self、Oblog、ESP、POLKA 和 Loops 等。

（撰写：张家重 王志坚 修订：张晓先 审订：瞿兆荣）

mianxiangduixiang chengxu sheji yuyan

**面向对象程序设计语言** object-oriented programming language 用于描述面向对象程序的程序设计语言。面向对象程序设计以对象为核心，对象是程序运行时刻的基本成分。语言中提供了类、继承等设施。面向对象语言借鉴了早期程序设计语言的许多成果。例如：LISP 中的动态绑定和交互式开发环境的思想；SIMULA-67 中的类和继承的概念；MIT 开发的学术性语言 CLU 中的 paras 和 hoare 等信息隐藏和数据抽象的思想。面向对象语言成形于 20 世纪 70 年代的 Smalltalk，它的进化历程如图所示。面向对象语言刻画客观




面向对象语言进化历程图

系统较为自然，便于软件扩充与复用。其主要特点有：(1) 识认性，系统中的基本构件可识认为一组可识别的离散对象；(2) 类别性，系统具有相同数据结构与行为的所有对象可组成一类；(3) 多态性，对象具有惟一的静态类型和多个可能的动态类型；(4)继承性，在基于层次关系的不同类中共享数据和操作。其中，前三个特性是基础，继承是特色，它们（有时再加上动态绑定）结合使用，体现出面向对象语言的表达能力。面向对象语言的发展有两大方向：一是纯面向对象语言，如 Smalltalk，EIFFEL 等；二是混合型面向对象语言，即在过程式语言或其他语言中加入类、继承等成分，如 C⁺⁺，Objective-C 等。目前混合型面向对象语言较为流行。

（撰写：张晓先 柳惠琳 审订：瞿兆荣）

mianxiangduixiang shujuku

**面向对象数据库** object-oriented database (OODB) 一种建立在面向对象数据模型上的数据库系统。它将面向对象的模型、方法和机制与数据库技术有机地结合在一起，提高了信息建模能力和对复杂可变的事务对象的处理能力。在 CAD/CAM、CIMS、软件工程、办公自动化、大规模集成电路设计等领域有广泛的应用。面向对象数据库系统既保留了传统数据库的重要特征，如持久性、并发控制、事务管理和

恢复、查询、数据完整性、模式修改等，又具有面向对象的概念和机制，如类和继承、封装和数据抽象、多态重载或延迟绑定、对象标识和组装、计算完整性等。OODB的基本设计思想是：一方面把面向对象语言向数据库方向扩展，使其能存取和处理数据库中的对象；另一方面扩展数据库系统，使其具有面向对象的特征，提供一种综合的语义数据建模概念集。目前，OODB尚缺乏坚实的形式化理论支持和统一可行的标准，主要实现方式有：(1)在底层建立一个有全新的数据模型和数据语言的系统；(2)在关系数据库系统中引入面向对象特征，扩充和修改关系数据库的语义特征，使之和对象模型一致，相应地在SQL语言中增加面向对象的机制，这种方案已为多家关系数据库厂商采用；(3)在面向对象程序设计语言中引入数据库特征，如持久性、事务管理、查询等；(4)在传统宿主语言中嵌入面向对象语言的结构。

（撰写：余性厚　江 水　审订：瞿兆荣）

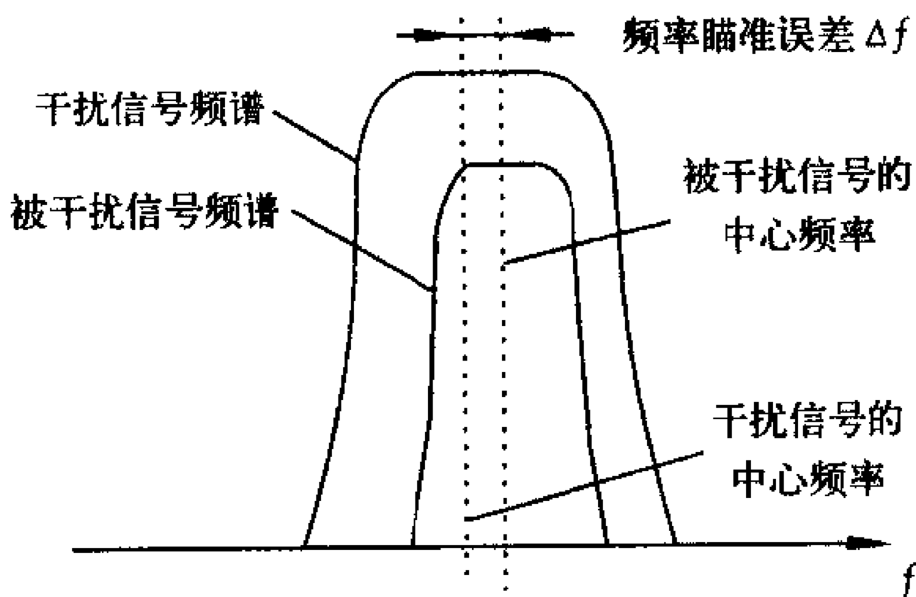
mianxianglianjie yewu

**面向连接业务**　connection-oriented services (COS)　在提供业务的各用户之间传送信息时，需要建立端到端连接的一种业务。如在分组交换数据网中，在数据终端设备(DTE)之间开始传送数据之前，要先建立虚电路，而在数据传送完成之后，就要拆去该虚电路，以便将释放的虚电路资源提供给其他用户使用。对某一特定的网络而言，在端用户之间传送信息时，需要使用物理连接、逻辑连接或虚电路连接的业务，就称为面向连接的网络业务(CONS)。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

miaozhunshi ganrao

**瞄准式干扰**　spot jamming　瞄准敌方电子设备的信号频谱(或载频)施放的一种窄带干扰。其干扰带宽通常与被干扰的电子设备接收机带宽相当。由于瞄准式干扰能把干扰能量集中在被干扰接收机通带的窄频带内，因而能在受干扰接收系统的带宽内形成很高的干扰功率谱密度，干扰压制效果好，干扰功率利用率高。要实现频率上的瞄准干扰，需要频率引导控制设备将干扰发射机的频率对准敌电子设备的频率。瞄准式干扰是噪声干扰样式中最广泛采用的方法。




瞄准式干扰频谱示意图

（撰写：王 燕　审订：索以宾）

mingan yuanqijian

**敏感元器件**　sensitive device　利用器件的材料特性或结构特性感受被测物体或物质，并能产生相应测量值的元器件，称为敏感元器件。敏感元器件通常是利用材料的某些敏感性质，制成一个在受到敏感量作用时，其本身的某些物理特性将产生一个明显的变化，并可直接转换的元器件(如热敏电阻、光敏管等)，以此实现对被测量的检测。敏感元器件的结构一般都很简单，根据应用场合不同，有的与系统相配可直接使用，如热敏电阻；有的则必须配以必要的结构才能使用，如压力敏感元件。敏感元件用途很广，一类是直接使用，如电压敏感元件，另一类提供给传感器使用。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

moni ASIC

**模拟ASIC**　analog ASIC　为专门用户或特殊用途制作的模拟集成电路。由于处理模拟量(声、光、电、磁、化学、物理等)的种类繁多，因此对模拟ASIC有众多的特殊要求。模拟ASIC主要包括模拟全定制电路以及使用模拟标准单元和模拟阵列设计制造的半定制电路。模拟电路中单元的重复比较少，但往往要求电路功能多样化、复合化，甚至构成一个小型子系统。有时还有高工作电压，大输出功率等特殊要求，因而要求电路中采用多种器件结构，包括双极、CMOS、BiCMOS及各类新型的器件(如GaAs MESFET、HEMT等)和特殊的工艺方法。这些复杂功能必须使用特殊的电路设计和测试方法，从而对IC CAD和IC CAT提出了更高的要求。ASIC设计思想顺应了模拟电路多功能、复杂结构、小批量的特定需求，在多种标准加工线以及IC CAD、IC CAT工具的支撑下，模拟ASIC得到了飞速的发展。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

moni ceshi yu shuzi ceshi

**模拟测试与数字测试**　analog and digital test　客观世界的物理量本质上大都是连续变化的模拟量(信号)。在测试技术中，对模拟量的直接测试称之为模拟测试技术。随着数字技术的发展，在测试技术领域出现了数字测试技术，它是将被测的模拟量通过模数变换器转换成为数字量后，利用数字处理技术和计算机技术来提高测试的精确度、可靠性、灵活性和自动化程度。数字测试用数码显示测试结果，数字测试比模拟测试具有更高的测试分辨率和测试精度。数字测试技术的核心是模数转换器，它将模拟量进行采样和数字量化，从而产生最接近的二进制编码离散数字量，以便于数字信号的处理与存储。数字测试仪器的测试性能受模数转换器的性能所限制。在数字电压表中，常采用双积分式模数转换器和逐次比较型模数转换器。在高速数字存储示波器中，则采用高速并行式模数转换器。　（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

moni chengfaqi

**模拟乘法器**　analog multiplier　一种能对两个模拟信号瞬时值进行乘法变换的运算电路。它有两个输入端口和一个输出端口。输出的模拟变量正比于两个输入的模拟变量的乘积。按输入端口的信号极性要求不同可分为单象限乘法器、双象限乘法器和四象限乘法器三种。而按电路工作原理可分为变跨导式、对数—反对数式、脉冲调制式、三角波平均式、四分之一平方式等五种乘法器。模拟乘法器是基于运算放大器的一种运算电路。变跨导式及对数—反对数式结构经常用于通用集成模拟乘法器。采用双平衡差动放大器变跨导式结构的模拟乘法器具有输入电压范围宽、线性度好等特点，而对数—反对数式结构的乘法器运算精度高、频带宽、能在大动态范围内工作。模拟乘法器用途很广，可以组成除法、开方、平方等运算电路以及用于信号测量、信号波形变换、信号幅度调制和解调、信号相位的鉴别、倍频等场合。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

moni dianlu

**模拟电路** analog circuit 产生和处理模拟信号和其他电量的电路。模拟电路有直流电路、交流电路，以及任意波形与一般的脉冲电路，如正弦波振荡电路、交流放大器、直流放大器、差动放大器、运算放大器、功率放大器、比较器和直流电源电路等。按照用途划分，主要分为消费类产品和工业用两大类。前者包括电视机、录像机、收音机、录音机、照相机、摄录一体机、空调、电冰箱和洗衣机等电路；后者主要有通信用电路、模/数和数/模转换电路等。在电子技术向数字化方向迅猛发展的时代，集成电路中模拟电路还会占据20%左右的份额。（撰写：王雁 审订：黄史坚）

moni jicheng dianlu

**模拟集成电路** analog integrated circuit 处理模拟量的集成电路。即主要对电压或电流进行放大、转换、调制、传输、运算等的集成电路。模拟集成电路是从线性放大器开始发展的，此后又出现振荡器、模拟乘法器等非线性电路。模拟集成电路可分成线性集成电路和非线性集成电路两大类。根据用途则可分为：(1)通用模拟电路，包括运算放大器、稳压电源电路等；(2)工业控制与测量电路，包括波形发生器、传感器电路、功率控制电路等；(3)通信电路，包括电话、传真机电路、移动通信电路等；(4)消费类电路，包括电视机电路、音响电路等；(5)军用电子装备电路。

（撰写：朱贻玮 修订：景佩苏 审订：金毓铨）

moni kaiguan

**模拟开关** analog switch 模拟电路中用以控制信号的传送并实现电路“通”与“断”功能的集成电路。它有别于逻辑运算电路的逻辑开关。模拟开关通常有三个端子：信号输入端、信号输出端、控制端。模拟开关按工作模式可分吸收型和反射型；按接入电路的形式有串联型、并联型和串并联型。模拟开关电路可用的半导体器件有二极管、双极晶体管和场效应晶体管等。由于场效应器件结构对称、工艺简单、功耗低，已成为构成模拟开关的主要器件。除了Si MOS器件模拟开关外，目前GaAs MESFET超高速模拟开关已广泛用于微波电路。模拟开关在多路选择、取样保持、调制解调、开关电容、开关电流等电路中广泛应用。

（撰写：莫火石 审订：林金庭）

moni mima tizhi

**模拟密码体制** analog cryptographic system, analog scrambling system 对语音信号的三个基本要素（频率、时间、幅度）进行处理和变换，使得在线路上传输的语音信号变成不可懂的信号。收方接收到该信号后，用与发方相应的逆变换将其还原，得到可懂的语音信号。这就达到对传输的语音信号进行加密的目的。

模拟密码体制也称为模拟置乱体制。模拟置乱可分为：(1)幅度置乱，又称噪声掩盖，其原理是将一个声音信号（如伪噪声、单音、多音组合、音乐等信号）叠加到语音信号上去，达到掩蔽语音信号的目的；(2)频域置乱通过倒频、频带移位和频带分割等置乱方式，改变语音信号的瞬时功率谱密度的分布，打乱原始语音的频谱特性；(3)时域置乱是把语音信号分割成若干小的时间单元，通过时段倒置、时元倒置、时元滑动窗置乱和样点置乱等方式，改变时间单元的时序关系，使语音的节奏、能量、韵律等发生变化。这三种置乱单独使用时保密性都不高，一般不单独使用。为了提高模拟密码体制的保密性，通常将这三种置乱按某种方式进行组合，即所谓多维置乱。常见的方法有：频带移位/掩蔽方式、时元置乱/钟速可变方式、时元置乱/倒频方式和时元置乱/频带分割方式等。模拟置乱的变换方式受密钥的控制，通信的双方的保密设备应同步工作。模拟密码体制的主要优点是变换后的话音信号不拓展带宽，适宜话带传输，但还原后的话音质量（清晰度和可懂度）较差，一般只能用于战术保密通信。（撰写：林望重 审订：穆良知）

moshu ASIC

**模—数ASIC** analog-digital ASIC 为专门用户或特殊用途制作的模拟—数字集成电路。随着信息技术的发展，一块芯片能完成的功能越来越复杂，要求把模拟信号转变为数字信号的电路集成在一块芯片上，构成一个子系统或系统，于是就出现了模—数集成电路。模—数ASIC是根据模拟信号的多样性和数据处理的特殊要求而设计的。早期的模—数ASIC是用全定制法设计的。随着集成工艺技术的进步和ICCAD工具的完善，把数字电路中的标准单元库法和阵列设计法移植过来，设计模—数ASIC。由于模拟电路的复杂性，这些标准单元常常是一些宏单元或超级宏单元。模拟—数字阵列也因其性能不同而具有不同的大小、容量和结构。电路设计中模拟和数字部分的布局布线是一个重要的课题，它必须考虑寄生参数的影响，防止出现不希望有的干扰和耦合。因此还发展了一些特殊的技术，如噪声整形技术、Σ-Δ技术等。在模拟信号的采集上也必须采用一些特殊的器件，因此ASIC工艺也必须适应一些特殊的要求，从而对ICCAD和ICCAT也提出了更高的要求。

（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

moshu zhuanhuanqi dianlu

**模数转换器电路** analog to digital converter circuit 将模拟信号转换成相应的数字信号的集成电路。模数转换简称A/D转换，它通过采样、保持、量化、编码完成信号转换过程。A/D转换的通道一般由采样保持器、多路开关和模数转换电路组成。A/D转换器电路以转换过程的不同分为直接型和间接型两大类。直接型A/D转换器的转换速度快，常用的有并联比较型和逐次渐近型两种电路结构。间接型A/D转换器是首先将输入的模拟量转换成一个中间量，然后再将中间量转换成数字量，常用的有电压时间变换型和电压频率变换型两种电路结构。A/D转换器种类繁多，新型的A/D转换器有自校正型、流水线型、过抽样（Σ-Δ）型等。A/D转换器电路的主要性能指标是转换精度、转换速度和温度系数等。它作为对模拟信号进行数字化处理的重要接口电路，在数字控制系统、数据控制系统、自动测量设备、多媒体计算机系统等获得广泛应用。（撰写：莫火石 审订：林金庭）

moshengzhang shebei

**膜生长设备** film deposition equipment 用于微电子器件的介质膜、钝化保护膜、扩散氧化掩蔽膜、互连金属淀积膜以及半导体材料膜生长的工艺设备。主要有电阻蒸发设备、电子束蒸发设备、溅射设备和外延设备。电阻和电子束蒸发设备工作时衬底温度较低，有一定的淀积方向性，适用于金属互连工艺。溅射设备适合熔点高的金属、合金、氧化物、无机化合物的淀积，也可以使用反应气体溅射或多靶共溅的方

法形成合金膜或化合物膜。分子束外延(MBE)设备主要用于单晶体量子结构膜的生长，是新兴半导体材料和器件的主要生产设备。

化学气相淀积(CVD)设备是含有膜组分的气体在热、光或电作用下反应生成膜的一类设备，包括低压化学气相淀积(LPCVD)、等离子增强化学气相淀积(PECVD)、光增强化学气相淀积PHCVD、气相外延(VPE)和金属有机物化学气相外延(MOCVD)等设备。用于硅IC工艺中的LPCVD由于全自动化程度高、产量大(100片每炉)，是IC批量生产的主要工艺设备。PECVD和PHCVD由于等离子或光的辅助作用，反应温度大大降低(低于400℃以至室温)，主要用于各种膜的生长。当CVD设备用于淀积单晶膜时，则被称之为外延设备。金属有机物化学气相外延(MOCVD)多用于化合物半导体异质材料薄层生长。

(撰写：高建峰　审订：林金庭)

mubiao chuli rongliang leida

**目标处理容量(雷达)** target processing capacity (radar) 雷达对给定任务所能担负处理的最大目标批数。现代战争中，大机群、多批次飞机作战已是事实，目标处理容量成为雷达重要的战术指标之一。首先它与雷达的扫描体制有关，如果是电扫描雷达，还与能否合理调度雷达资源的能力有关。其次，雷达回波预处理、点迹录取、航迹相关、滤波预测和雷达控制等工作均在雷达数据处理计算机上由软件实现，所以雷达的目标处理容量，与数据处理计算机的性能、雷达环境及信号处理后的杂波剩余等有关。

目标处理容量不是一个固定不变的量，它可随雷达天线的扫描周期(即数据率)和目标在空间的分布密度而变化。在相控阵雷达中，它随搜索、跟踪的不同数据率和根据目标的威胁度而不断调整的跟踪采样间隔而变化。

(撰写：徐振来　审订：吴增辉)

mubiao shibie leida

**目标识别(雷达)** target identification (radar) 雷达对搜索空域中已检测到的目标正确地进行区别或辨认的方法或处理。合作目标的识别依靠第二次世界大战中开发的敌我识别(IFF)技术，即在我方和友方的每一架飞机上，装有回答器，搜索雷达通过IFF发射机发射信号对目标进行询问，目标上的回答器在规定频率上以编码信号的形式进行回答，IFF系统接收到该回答信号后，用可视符号进行显示。目前世界上大多数国家的空军都采用IFF系统，所有的商用航线均采用基于IFF概念的信标跟踪系统，即二次雷达(参见*二次雷达*)。非合作目标识别用于雷达和目标之间没有任何通信的情况。这时雷达和操作员通过将可检测目标的参数(如速度、高度)和目标信号特征(如幅度、相位、频谱、调制方式等)同已知(存库的)目标类型的上述参数进行相关比较来进行识别。非合作目标识别的实现在很大程度上取决于雷达的复杂程度，信号处理系统的先进性和目标有效观测时间的长短。如一部相干连续波或脉冲多普勒雷达能够检测到由于螺旋桨飞机或喷气式飞机发动机调制的多普勒边带，从而分辨和识别目标。采用瞬时宽带信号的雷达可利用一维高分辨率距离成像或二维逆合成孔径成像(ISAR)技术，对目标进行成像识别。

(撰写：王德纯　审订：张光义)

mubiao zhaoshe leida

**目标照射雷达** target illumination radar 用来对指定目标提供电磁波照射，以便使该目标的反射波能被另外的传感器接收利用的雷达。它的典型应用例子是导弹寻的。在防空系统中，通常是目标跟踪制导雷达的发射波束用于“照射”目标，以使拦截导弹上的半主动雷达能利用被照射目标反射回来的信号实现末端寻的制导。目标照射雷达可以是一个窄波束单目标跟踪雷达，或者是多个能够发射信号并随动于另一跟踪雷达的系统。

(撰写：王德纯　审订：张光义)




Nd YAG jiguangqi

**Nd：YAG 激光器** Nd：YAG laser 以掺钕钇铝石榴石为工作介质的激光器。属四能级激光系统，阈值低。Nd：YAG 是性能最优良的固体激光介质之一，它具有很好的导热性、高硬度和良好的光学性能。Nd：YAG 激光器输出波长 1.06 μm，室温下可连续运转或脉冲运转。目前连续运转输出功率大于千瓦，多棒串联脉冲运转平均功率可达数千瓦，Q 开关运转每脉冲输出能量达焦耳量级（数十赫兹重复频率），峰值功率达百兆瓦量级。20 世纪 90 年代以前，Nd：YAG 激光器多采用闪光灯泵浦，之后向二极管泵浦发展。主要应用于测距、制导、光雷达、加工、医疗、科研和激光干扰等。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

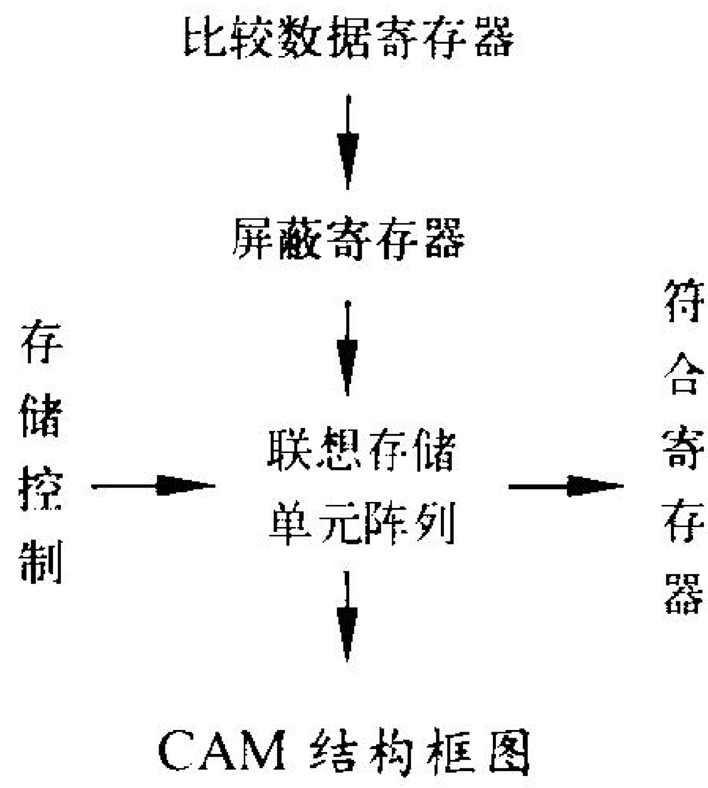
neilianwang

**内联网** intranet 通常指一个在特定企业或组织范围内封闭使用因特网标准协议的专用网络。内联网是根据企业或组织内部的需求而设置的，它的规模和功能是根据企业经营和发展的需求确定的，它能方便地和外界连接，尤其是和因特网的连接，它采用 TCP / IP 作为传输控制/网际互联协议、超文本传输协议（HTTP）服务器提供文件服务，是一个开放的系统。内联网根据企业的安全要求，设置相应的防火墙、安全代理等，以保护企业内部的信息，防止外界侵入，它广泛使用万维网 WWW 的工具，使企业员工和用户能方便地浏览和采掘企业内部的信息以及因特网丰富的信息资源。不同的企业有不同的内联网组成结构，内联网的通用组成和功能是：网络、电子邮件 E-mail、Web 服务、邮件地址清单 Mail Lists、新闻组 Newsgroups、闲谈 Chat、FTP、Gopher、Telnet 等。内联网最大的优点是：(1) 采用优于传统 C/S 结构的浏览器/服务器（B/S）计算模式。客户端软件简单，通过浏览器来查看信息。(2) 使用统一的 TCP/IP 技术标准，性能价格比较好，能充分利用已有的资源，通信传输、信息开发和管理费用低。(3)具有开放性和扩展性。

（撰写：吴荣泉　吴丽平　审订：瞿兆荣）

neirong kexunzhi cunchuqi

**内容可寻址存储器** content addressable memory (CAM) 又称关联存储器、联想存储器。这种存储器的单元地址是根据信息的内容或部分内容来识别的，而不是根据信息的名字或位置来识别，所以它是一种根据信息的内容而不是根据信息的地址来进行存取的存储器，其结构如图所示。其结构比普通随机存储器复杂。其中存储单元阵列中的每个存储单元都有能完成存储、比较、读写、控制等功能的逻辑电路。内容可寻址存储器具有按信息内容进行搜索的功能，能执行并行检索和并行比较操作，广泛用于数据库、雷达信号处理、图像处理和人工智能等方面。

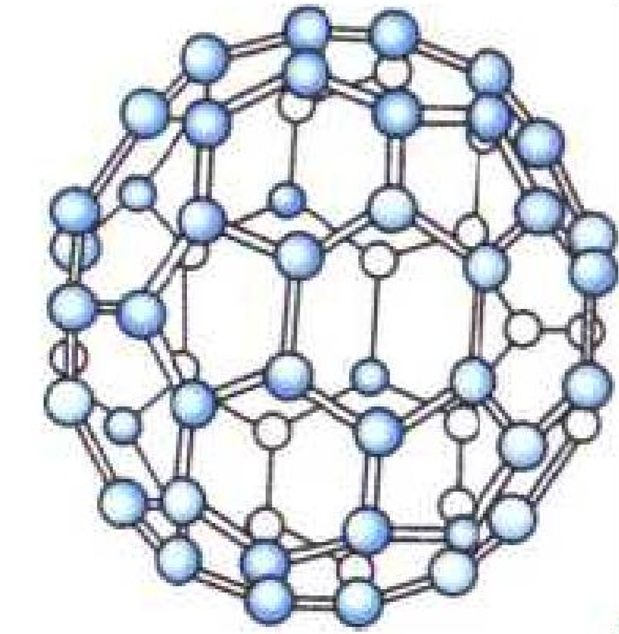



CAM 结构框图

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

nami bajiqiu

**纳米巴基球** nanometer Bucky ball 由 60 个碳原子以 20 个六边形和 12 个五边形组成的球形 32 面体。其结构高度对称，很像建筑师巴基敏斯特·富勒设计的圆形屋顶而被称为巴基球，它的直径为 0.71 nm，故也称为纳米巴基球，结构示意如图所示。球形 $C_{60}$ 分子在室温为固体，具有以下特点：(1) 超导性。将少量碱金属，如 K、Rb、Cs 掺入 $C_{60}$ 后，形成 $K_3C_{60}$、$Rb_3C_{60}$、$Cs_3C_{60}$，呈现三维各向同性的超导性。(2) 非线性光学效应。在电场中将激光束通过 $C_{60}$ 后产生极强的倍频光束。(3) 半导体性。禁带宽度 $E_g$ 为 1.5 eV 的直接跃迁型半导体。$C_{60}$ 采用弧光放电法制备，在 13 kPa 的氦气中使石墨电极弧光放电，将产生的烟灰收集后溶于苯或二硫化碳溶剂中，蒸发掉溶剂后得到黑色结晶物即为 $C_{60}$。$C_{60}$ 薄膜可用溶液法、真空沉积法制备。$C_{60}$ 薄膜材料可用于制作约瑟夫逊结器件、高能锂电池以及太阳能电池等微电子、光电子器件。



巴基球结构示意图

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

nami bandaoti

**纳米半导体** nanometer semiconductor 材料显微结构中物相具有纳米级尺度的半导体材料。诸如：纳米硅、各种零维（量子点）、一维（量子线）、二维（超晶格、量子阱）材料、多孔硅以及半导体/介质纳米镶嵌材料。纳米硅是由几到几十纳米微细晶粒组成，其中硅晶粒占总体积的 50%，其余为无序晶界原子，纳米硅室温电导率达 $10^{-2}$ S/cm，光热稳定性好、光吸收强，压敏系数高。半导体/介质镶嵌材料中当镶嵌于介质中的半导体颗粒尺寸为量子尺寸时，会产生量子限制效应，电子和空穴的波函数发生交迭，且因库仑作用而形成激子，激子的运动是准零维的。已研究了Ⅱ－Ⅵ族、Ⅲ－Ⅴ族、Ⅳ族和Ⅰ－Ⅶ族半导体与介质的镶嵌材料，如将硅离子注入 $SiO_2$，经热处理后形成镶嵌纳米硅，它能发光；将 Ge 与 $SiO_2$ 共溅射制备纳米锗镶嵌膜（nc－Ge/$SiO_2$），在室温下可发黄橙光；nc－GaAs/$SiO_2$ 膜具有大的光学非线性，

有望制作集成全光光子器件。此外某些氧化物($TiO_2$)纳米半导体薄膜有光催化特性。纳米半导体具有优良的发光特性，有很大的二阶和三阶非线性光学特性和对气体的敏感性，可用作发光器件、量子信息存储材料和传感器。

（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

nami cailiao

**纳米材料** nanometer materials 显微结构中的物相具有纳米级($10^{-9}$m)尺度的材料。按组成颗粒的排列状态，可分为纳米晶体和纳米非晶体。由单一相纳米微粒构成的材料称为纳米相材料；由不同材料的纳米微粒或不同相纳米微粒构成的材料称为纳米复合材料。由于纳米微粒尺寸小，纳米材料表现出许多与单晶、粗界多晶和非晶材料不同的特性：(1)小尺寸效应，如光吸收显著增加并产生吸收峰等离子共振频移，磁有序态转为磁无序态，超导相转为正常相；(2)表面与界面效应，高比例的表面原子使纳米微粒表面活性大大增强，不但引起表面原子输运和构型变化，也引起表面电子自旋构象和电子能谱变化；(3)量子尺寸效应，使磁、光、声、热、电以及超导性与宏观材料有显著不同；(4)宏观量子隧道效应，某些宏观量如微颗粒的磁化强度、量子相干器件中的磁通量等具有贯穿势垒的效应。纳米材料的制备方法有水热法、水解法、离子溅射法、低温等离子体法等多种。纳米材料在磁记录、传感器、催化、生物工程等诸多方面有广阔的应用前景。（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

nami cimo cailiao

**纳米磁膜材料** nanomagnetic film materials 厚度为纳米级($10^{-9}$ m)的一维磁性薄膜材料。它分为连续膜、颗粒膜、多层(调制)膜等多种结构。纳米磁膜材料目前有：(1)磁记录薄膜材料，如Co基合金的Co–P、Co–Ni–P、Co–Ni–Ta等；(2)作薄膜磁头的稀土—过渡金属膜，如(Fe, Co)–(Ga, Tb, Dy)非晶磁膜以及MnBiSiAl磁光膜等；(3)工作频率可达数百兆赫的非晶铁基膜($Fe_{80}Al_{20}+N_2$)、纳米颗粒膜和多层膜超软磁材料。纳米磁膜材料主要应用于薄膜微磁器件，如微型磁传元件、微型永磁电机、微磁传感器、微型微波毫米波磁性组(部)件、微型高密度磁记录磁存储元件等。

（撰写：余声明 审订：沈能珏）

nami cixing cailiao

**纳米磁性材料** nanomagnetic materials 材料尺度在纳米级(1～100 nm)的强磁性超细微粉、超薄膜和超细纤维(丝)或由它们组成的固态和液态磁性材料。其特殊磁性能包括单磁畴结构、超顺磁性、磁相变温度改变、表面磁性能改变、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应等。纳米磁性材料按形态分为磁粉、磁膜和复合磁性材料。制备工艺有物理方法和化学方法两大类，包括液相急冷的旋辊法、超声雾化法、离心雾化法、化学沉积、电解沉积及机械合金化法等多种方法。纳米磁性材料应用前景良好，如纳米巨磁阻材料可制作高灵敏度磁传感器、超高密度电阻读出磁头和磁电阻随机存储器等。（撰写：余声明 审订：沈能珏）

nami dianzi jishu

**纳米电子技术** nanometer electronic technology 应用纳米物理和纳米电学特性的电子器件以及纳米电子学及其加工技术。当材料的三维尺寸中至少有一维处于1～100 nm时就构成纳米材料。这种纳米材料中的电子处于宏观与微观世界之间的介观环境中，既有宏观电子的能带属性，又受纳米量级边界的约束，产生新量子限制态，具有微观粒子波动性，反映出很强的量子属性。这些新特性已被用来研究新器件。在半导体电子学领域内，纳米电子技术包含以下三类：(1)用半导体工艺加工出量子点、量子线等纳米结构，利用电子的量子效应制成量子干涉晶体管、弹道输运器件、共振隧道器件、单电子晶体管等量子器件；(2)用特殊材料生长出量子点或量子线，并用以开发量子功能器件，如制成高发光效率的发光器、激光器等；(3)利用半导体工艺制备出纳米颗粒膜，如用电解腐蚀制成多孔硅膜，利用其量子特性大大增强了硅的发光性能。用等离子体增强化学气相沉积法制备纳米硅薄膜，其晶粒尺寸约3～6 nm，晶粒间包含大量界面组织，具有很高的电导率和极低的电导激活能，且其特有的量子态导致很强的发光性，有望为硅光电子学发展做出重要贡献。随着纳米材料的新性质和新物理现象的不断发现，纳米电子技术正在快速发展。研究纳米技术的范围很宽，包括无机和有机材料，其加工技术将有革命性的变化。

（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

nami dianzi qijian

**纳米电子器件** nanometer electronic device 器件的三维尺寸中至少有一维进入纳米量级的半导体器件或用纳米材料制成的电子器件。随着现代微电子技术的发展，光刻线条已接近纳米领域。这一尺度正好处于宏观和微观世界的交界处，常称为介观范围。其中的电子既带有宏观晶体的能带属性，又受纳米尺度的边界限制，产生不同于体材料电子态的新量子限制态，同时还具有微观粒子的波动性，从而感生出许多量子效应。这给亚微米电子学的发展提出了新的课题，同时量子效应又给器件研究提供了新的机遇，可用以研制成新的纳米器件。例如电子的量子限制效应使连续的能带分立成能级，改变了光跃迁的波长和跃迁几率，利用它制成了新的量子线、量子点发光管、激光器。利用量子力学中的隧道效应，电子能隧穿势垒，从而设计制成谐振隧道器件。利用量子点的电容效应来改变量子点上的能量状态，产生库仑阻塞效应，研制成单电子器件。利用量子力学中电子的波动性，设计出不同通路电子束间的干涉作用，制成量子干涉晶体管。利用电子波的折射可以设计出电子折射场效应管。利用多孔硅和纳米硅中的量子限制效应可以显著改变发光波长，提高材料的发光性能，制成新发光器件等。美国英特尔公司已研制出20 nm的锗晶体管，其运行速度接近20 GHz，工作电压低于1V，IBM推出的锗晶体管，速度提高到210 GHz，工作电流为1 mA。（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

nami dianzixue

**纳米电子学** nanometer electronics 研究纳米尺度电子器件的物理特性、工作原理、设计理论和制造工艺及器件应用的学科，是电子学在新阶段的一个前沿性的分支技术学科。纳米电子学是新兴的纳米科学的重要组成部分，也是推动纳米科学和纳米技术发展的主要动力。目前纳米电子学仍处于兴起和形成阶段，但基于纳米电子器件具有超高速、超大容量、超小型以及更高的工作频率、更低的功耗和更优的机械性能，并与机械、电子和光电技术结合，可构成各种微型功能部件。其影响深远，应用前景广阔。

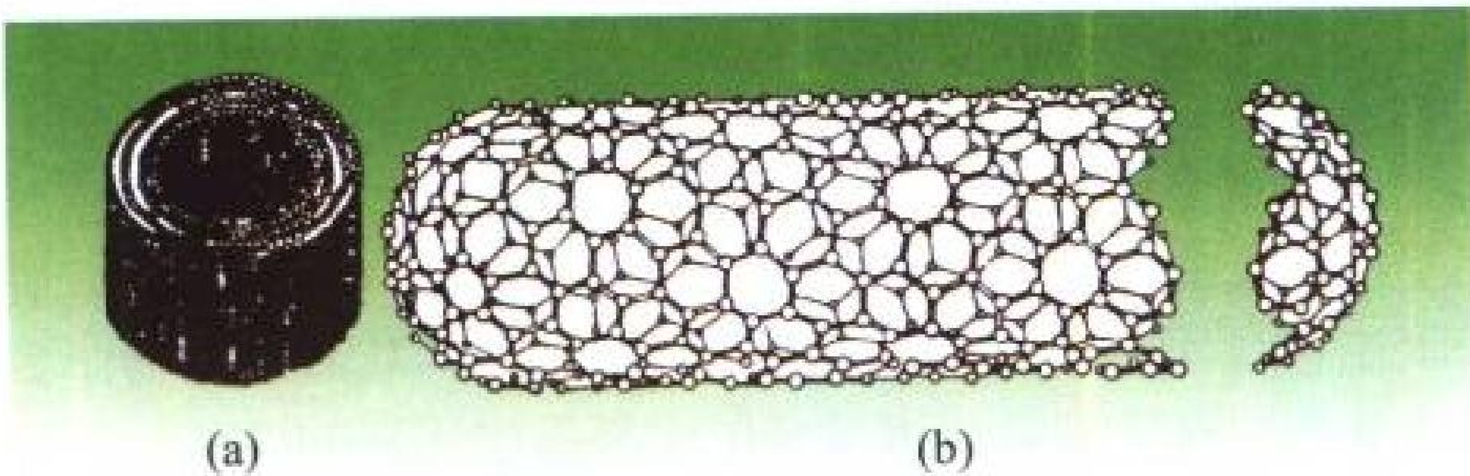
（撰写：邝心湖 审订：黄史坚）

nami fuhe cixing cailiao

**纳米复合磁性材料** nano-composite magnetic materials 由不同磁性纳米组分构成的复合磁性材料。因发挥了其各组分所具有的特征磁性能而能获得优良的综合磁性。已研制出：(1) 纳米硬磁相加上软磁相可获得兼有高饱和磁化强度 ($M_s$) 和高矫顽力 ($H_c$) 的高磁能积 [$(BH)_{max}$] 新型永磁材料——纳米复合永磁体；(2) 用含铁的硝酸盐混合物与过量酒石酸水溶液充分混合、脱水，在 950 ℃ 空气中加热，使少量铁原子代替镓原子，在基体中形成纳米尺度磁性相，制得钆镓石榴石 (GGIG) 纳米复合磁性制冷材料，可使磁制冷温度由 15 K 提高到 40 K。 （撰写：余声明 审订：沈能珏）

nami tanguan

**纳米碳管** carbon nanotube 由多个碳原子六方点阵的同轴圆柱面套构而成的空心管。管的内径为 5 ~ 20 nm，层间距为 0.34 nm，长度为微米量级。纳米碳管的两端由半个 $C_{60}$ 巴基球构成的帽封闭，但也可以是空的，它的悬挂键被氢原子饱和。其结构如图示。纳米碳管具有超导性、半导体性和高强度等特性。可制作记忆元件的电容、晶体管开关、分子级导线等多种纳米电子器件，也是极好的纤维材料和纤维增强体。此外还可用氧化法打开碳管填充其他物质，在催化、储能等方面获得应用，利用其高的吸光能力可作吸波材料。制备方法与巴基球制法类似。



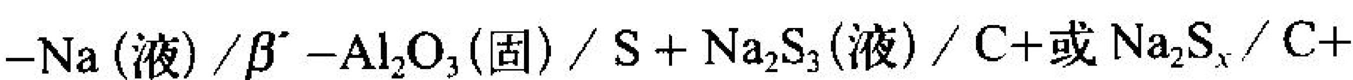

纳米碳管结构示意图

(a) 四层纳米碳管结构(未画管帽) (b) 单层纳米碳管结构

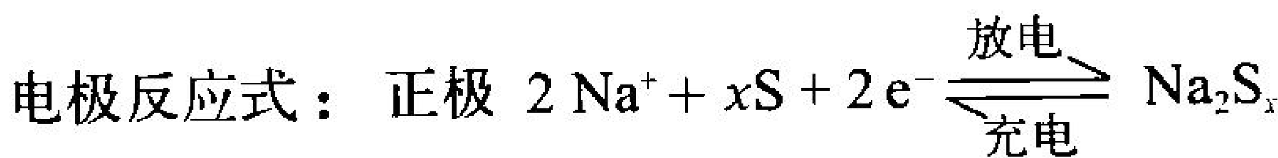
（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

naliu xudianchi

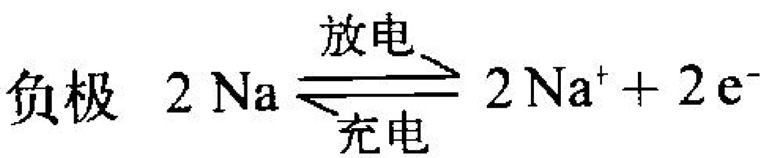
**钠硫蓄电池** sodium-sulfur battery 又称 $\beta''-Al_2O_3$ 固体电解质电池，是一种以液态金属 Na 为负极材料，液态硫 (S)≠三硫化二钠 ($Na_2S_3$) 作正极材料，以 $\beta''$-氧化铝陶瓷为电解质的高能量密度的蓄电池。钠硫蓄电池 (Na/S) 的表达式为



$$-Na\,(液)\,/\,\beta''-Al_2O_3\,(固)\,/\,S+Na_2S_3\,(液)\,/\,C+ 或\ Na_2S_x\,/\,C+$$



$$电极反应式：正极\quad 2\,Na^+ + xS + 2\,e^- \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Na_2S_x$$



$$负极\quad 2\,Na \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} 2\,Na^+ + 2\,e^-$$



$$总反应\quad 2\,Na + xS \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Na_2S_x\quad (x = 3 \sim 5)$$

开路电压 (OCV) 2.076 V (350 ℃) 钠硫蓄电池与一般二次电池不同，正负极均为液态，而电解质为固态，工作温度 300 ~ 350 ℃。S 是绝缘体 (约 $10^7\ \Omega \cdot cm$)，通常将其填充在作为集流体的多孔碳或石墨毡中。固体电解质兼作隔膜是一种专门传导钠离子的称为 $\beta''-Al_2O_3$ 的陶瓷材料，它有管形与平板形的，如图 1、图 2 所示。钠硫蓄电池具有如下特点：(1) 比能量高，实际已达到 150 W · h/kg；(2) 高的开路电压 2.076 V (350℃)；(3) 充放电电流密度高；(4) 充放电时效率高。目前部分国家正继续推进该电池的实用化与商品化。它将主要作为电动汽车与固定电站蓄能调峰的电源。

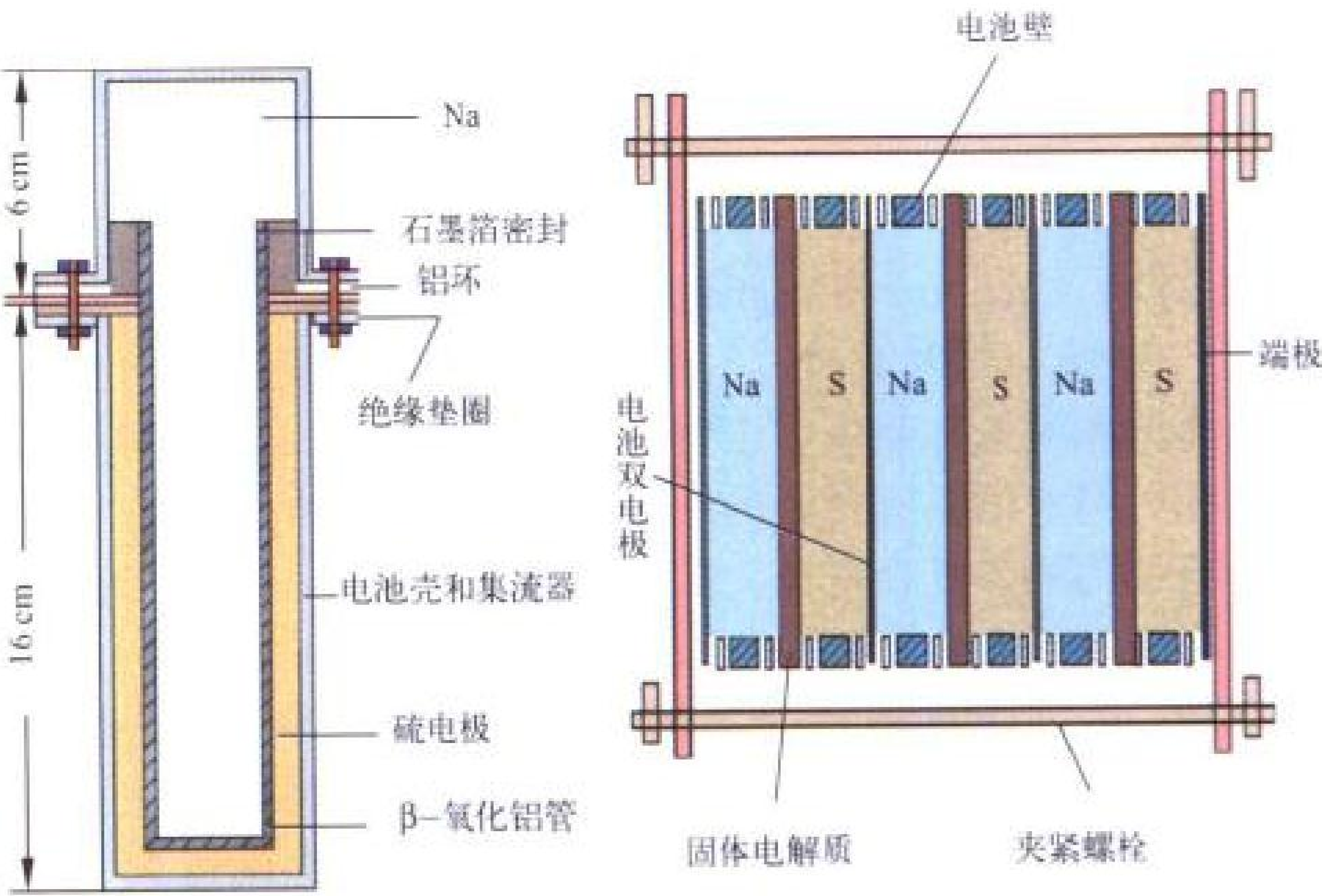



图 1 管形电池　　图 2 平板形电池组

（撰写：宋海德 审订：汪继强）

nishizhuangpei jishu

**拟实装配技术** virtual reality assembly technique 利用计算机及相关的交互设备作支撑，对装配所涉及的制造活动进行全面建模和仿真，并用多媒体计算机技术创建出一个有逼真的视、听、触等感觉的拟实的装配环境。人们应用它可替代由实物构成的真实生产环境，来对装配加工过程进行优化。机械产品的虚拟装配是拟实技术中发展较早和应用较多的一种虚拟制造技术。因为装配的合理性、方便性和可维护性直接影响到产品的质量和生产周期，尤其是结构复杂的产品这个问题更为突出，因此该技术近年来得到较快的发展。虚拟装配的仿真建模主要是基于三维几何模型和零件间的几何约束关系，较少涉及到物理特性，因而在技术上也较成熟。拟实装配技术的关键可归纳为：(1) 拟实装配环境的构建；(2) 拟实装配过程中由约束关系形成的作用原理分析；(3) 装配规划的生产技术；(4) 拟实环境中人的知识和技巧的映射；(5) 拟实装配系统的建立等。

（撰写：张为民 审订：周德俭 李怀霞）

nihechengkongjing chengxiang jishu

**逆合成孔径成像技术** inverse synthetic aperture imaging technology 基于雷达平台与目标的相对运动，以雷达为基准，雷达固定不动，目标的不断运动可视为雷达形成了空间分布的合成阵列，通过阵列处理得到高的横向分辨率。阵列分布必须精确已知。对于非合作目标 ISAR 成像，由于目标的运动不受控制，其运动补偿要比 SAR 复杂。若目标在观测期间机动飞行，目标相对于雷达射线的姿态成三维运动(偏航、侧摆和俯仰)，而且转速也是变化的，对这种机动目标成像的运动补偿和成像算法系统的研究，采用的方法已经由距离一多普勒法，发展为距离—瞬时多普勒法。对飞机、导弹、舰船等目标的 ISAR 成像，目标场景小，电磁波近似为平面波。对于小于 1 m 的分辨率，要求相干积累角为 2° ~ 3°。若目标尺寸为数十米，则在观测期间散射点跨越距离单元走动的现象可忽略。要获得高分辨率图像，足够精细的距离分辨率是必要的，一般通过发射大带宽信号得到。

（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

nihechengkongjing leida

**逆合成孔径雷达** inverse synthetic aperture radar (ISAR) 合成孔径雷达的一种扩展形式，它的工作原理是合成孔径雷达的逆过程，即雷达不动，利用目标相对于雷达观测角的变化产生目标图像，这就是 ISAR 成像。用于对飞机、舰船等运动目标进行成像，利用目标相对雷达的运动，经过运动补偿、消除目标的平移运动，用图像重构算法可获得方位高分辨力。合成孔径雷达和逆合成孔径雷达的主要区别表现在方位处理上，两者在估计目标平移和旋转运动及实现运动补偿的方法上是不同的。逆合成孔径雷达的特点是它的成像取决于目标相对于雷达视线角的变化，即要求一定的目标积累角。 （撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

nizengyi ganrao

**逆增益干扰** inverse gain jamming 干扰机的辐射功率伴随其所接收的信号的强弱而相反变化的一种干扰。雷达逆增益干扰是一种自卫或支援电子干扰技术，它用一种相位与目标信号扫描调制相位相反的幅度调制来产生欺骗干扰信号或噪声干扰信号，以便在受干扰的雷达角跟踪系统中引入误差，使它获得完全错误的信息而向正确跟踪的相反方向运动，从而造成敌方雷达的定位和跟踪错误。当干扰波形与雷达天线扫描图同步时，逆增益干扰极为有效。逆增益干扰主要应用于对付边跟踪边扫描雷达、锥扫雷达和扫描雷达。

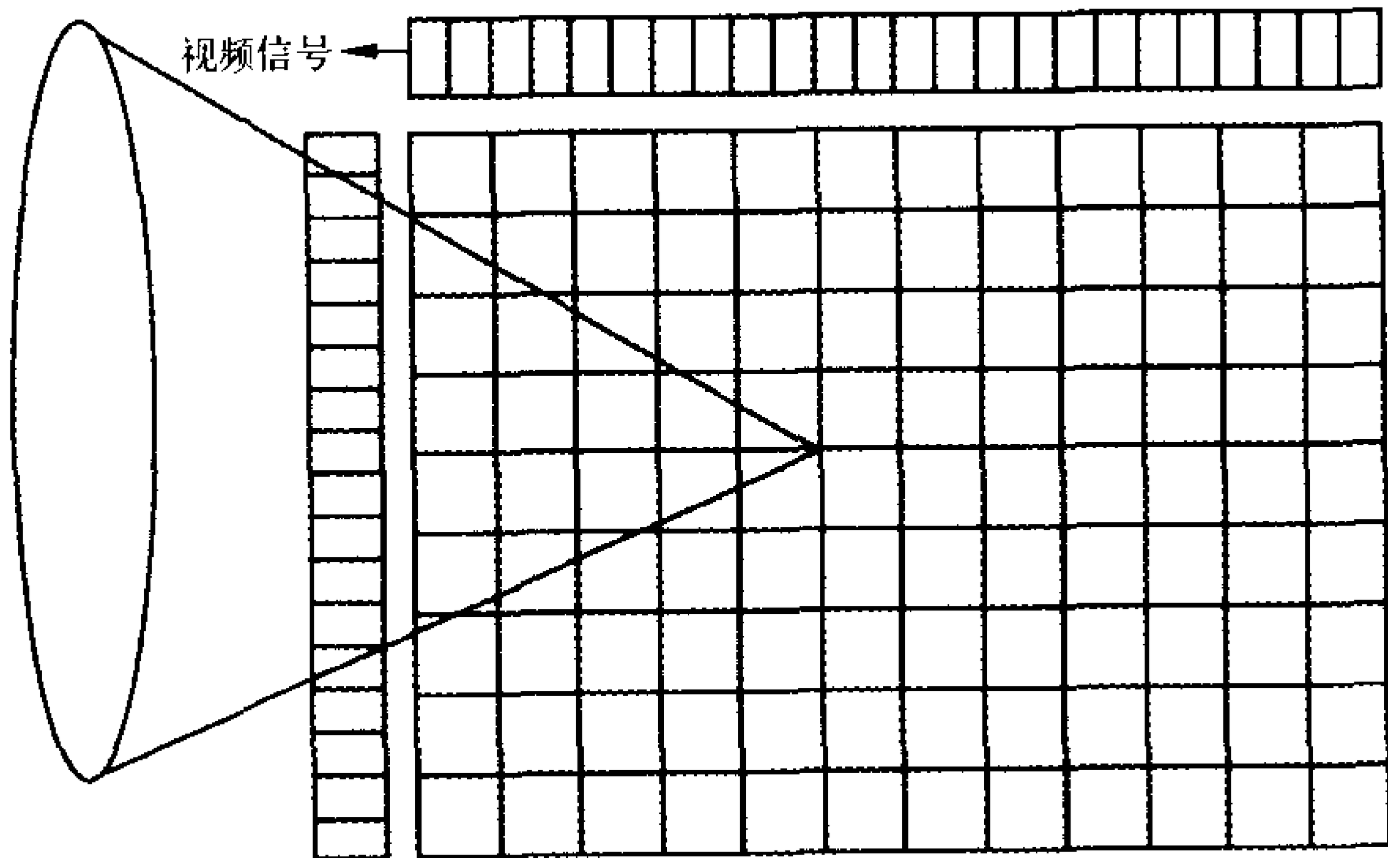
（撰写：王 燕 审订：索以宾）

niehaimian yinji

**镍海绵阴极** nickel matrix cathode 镍海绵碱土金属氧化物阴极的简称。它是将镍粉涂敷在基金属上，经烧结形成多孔镍海绵层，并用碱土金属钡锶碳酸盐（或碱土金属钡锶钙碳酸盐）将镍海绵层的空穴填充满，再经适当地热处理制成。热处理是使碱土金属碳酸盐分解形成相应的氧化物，并产生一定量的钡原子，成为良好的热电子发射体。镍海绵层可以用喷涂、筛涂和模制方法制造，厚度为 50～400 μm 之间，相当于 12 ～ 900 mg/cm² 的镍粉。镍海绵阴极是氧化物阴极改良型变体，除具备氧化物阴极主要优点外，还有抗打火、抗离子轰击、抗中毒、涂层电阻小和工作寿命长等特点。它主要用于行波管、速调管、闸流管、调制管和磁控管等。 （撰写：冉繁福 审订：廖复疆）

ningshixing hongwai jiaopingmian zhenlie

**凝视型红外焦平面阵列** staring IRFPA 以自身的电子扫描完全取代整机光机扫描的二维红外焦平面阵列。它的每一光敏元在每一探测周期内“凝视”被探测目标落入其视场内的部分（像元），对探测到的信号进行积分。主要品种包括：中波红外的制冷型光伏锑化铟、碲镉汞和 PtSi，长波红外的制冷型光伏碲镉汞和砷铝镓/砷化镓量子阱及非制冷型微测辐射热计和热电探测器等。凝视型红外焦平面阵列是红外阵列技术的主要发展方向，其目标是大规模（如大于等于 1024 × 1024 元）和阵列的智能化。用于热成像、成像制导、遥感、观瞄、侦察和监视。凝视焦平面阵列如图所示。




凝视焦平面阵列示意图

（撰写：董培芝 审订：韩建忠）

nüboli jiguangqi

**钕玻璃激光器** Nd glass laser 以均匀掺入钕离子的光学玻璃为工作介质的固体激光器。所采用的光学玻璃有硅酸盐玻璃、磷酸盐玻璃和氟化物玻璃等，其中磷酸盐玻璃较常用。钕玻璃是四能级系统，泵浦吸收带较宽，荧光寿命较长，增益线宽较宽，易于积累激光上能级粒子，又易于制成光学均匀性能优良的高掺杂浓度大尺寸材料，因此可用于大能量和高峰值功率激光器系统；但钕玻璃导热率低，振荡阈值较高，不适于连续和高重复频率运转。目前用钕玻璃作放大器的激光系统可输出每脉冲数十万焦耳的能量，峰值功率高达 $10^{14}$ W。高功率钕玻璃激光器系统是激光核聚变实验的主要设备。 （撰写：刘兴新 审订：梅遂生）




O xing dianziqiang

**O形电子枪** O type electron gun 能产生和聚焦形成一定尺寸的圆形截面电子注并可控其电流强度的装置。一般由阴极和若干个电子透镜所组成。多用于O形微波管中作为电子注源。用下列参量描述电子枪的性能：(1) 导流系数 $P$，定义为

$$P = I_k / U_a^{3/2}$$

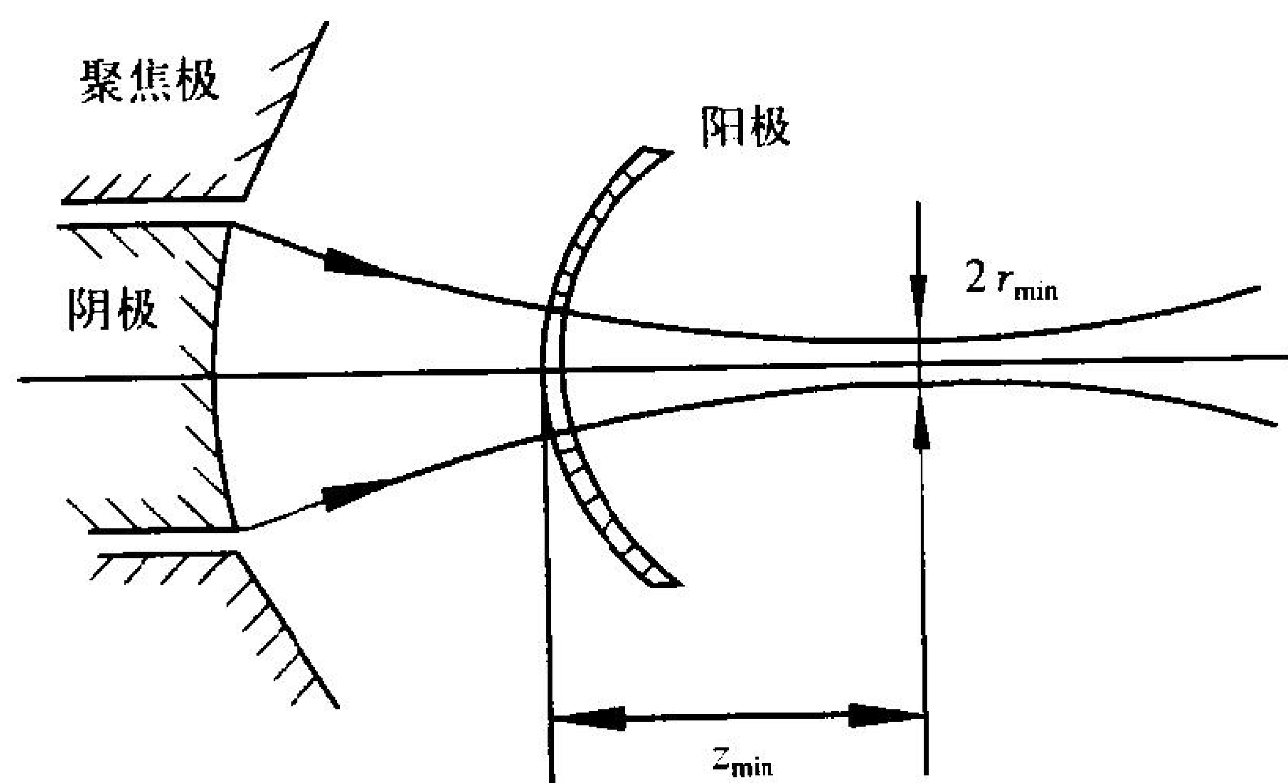
式中 $I_k$ 为阴极电流，单位为A；$U_a$ 为阳极电压，单位为V。导流系数 $P$ 通常用微朴(μP)作单位，而1 μP = $10^{-6}$P。导流系数在空间电荷限制发射下阴极电流受控于阳极电压，所以它仅决定于电子枪电极尺寸及极间距离。(2) 电子注最小截面半径 $r_{min}$，通常称为注腰半径。如图所示。它的定义为包含所有电流95%的电子注半径可能得到的最小值。(3) 电子注最小截面位置 $z_{min}$，也称为枪的射程。定义为电子注最小截面位置与阳极头之间的距离。(4) 电子枪面积压缩比 $M$，定义为

$$M = S_k / r_{min}$$

式中 $S_k$ 为阴极(发射体)表面积($cm^2$)；$r_{min}$ 为电子注最小截面积($cm^2$)。(5) 阴极电流发射密度 $J_k$，定义为

$$J_k = I_k / S_k$$

式中 $I_k$ 为阴极发射电流；$S_k$ 为阴极(发射体)表面积。此外，对性能良好的电子枪，要求所形成的电子注具有较好的层流性——电子轨迹相互不交叉。用在大功率多腔速调管上的电




电子枪示意图

子枪，工作电压高，甚至达数百千伏，因而，绝缘瓷件的耐压及防止枪内电极的击穿是要重点考虑并保证的。

（撰写：李泽普 审订：廖复疆）

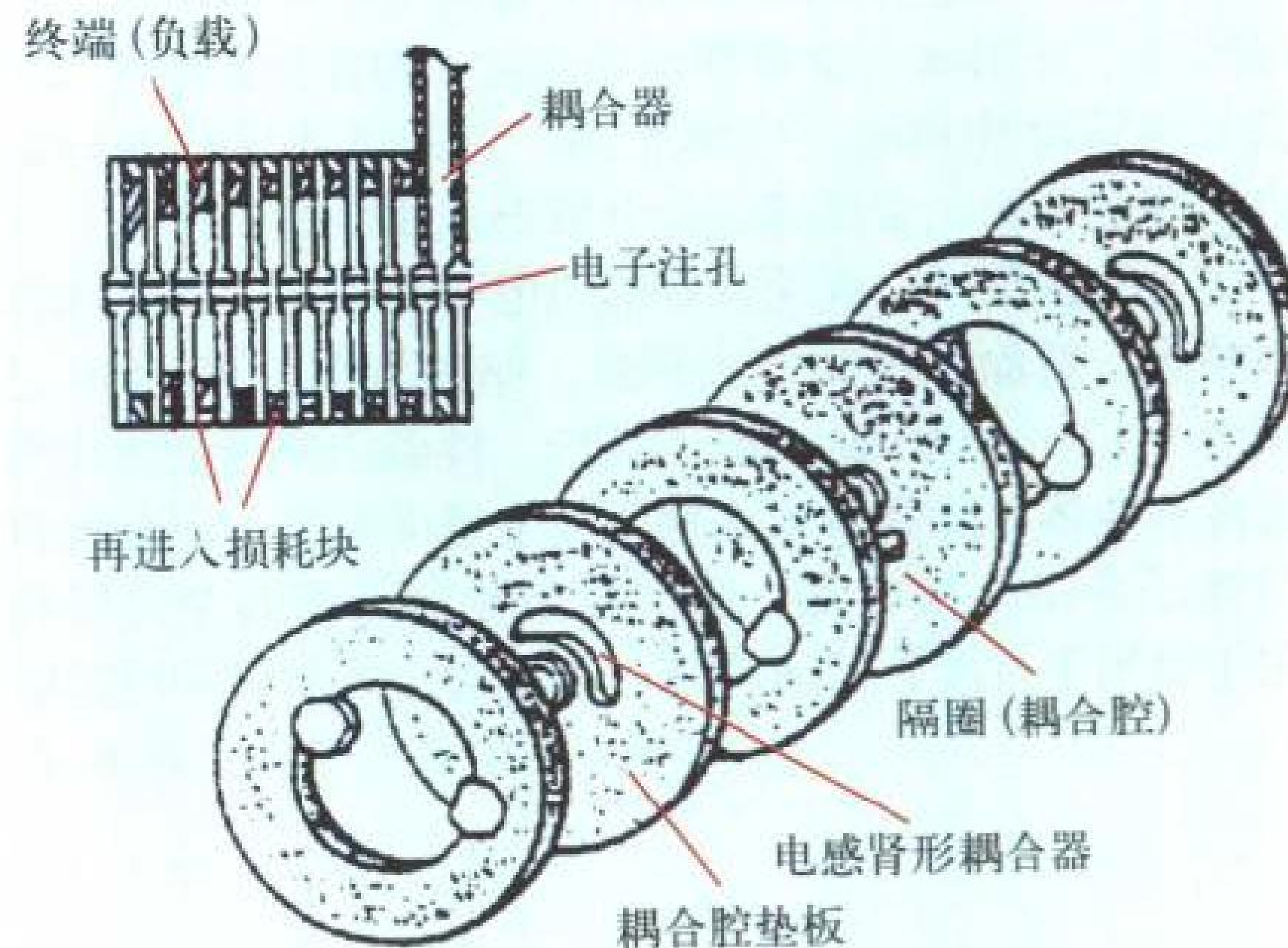
Ouzhou jingdixing daohang chongdie fuwu

**欧洲静地星导航重叠服务** European geostationary navigation overlay service (EGNOS) 正在由欧洲开发的同时包括GPS和GLONASS的广域星基增强系统。它的原理与美国的WAAS类似，包括相应的地面设施和空间卫星，以提高GPS和GLONASS系统的精度、完好性和可用性。EGNOS是欧洲GNSS计划的第一阶段，即GNSS–1，并将作为向欧洲GNSS–2(即伽利略计划)发展的基础。按计划EGNOS将在2002年达到初始运行能力，2005年达到全运行能力。系统将包括2～3个主控站，33～50个基准站，3～4个地球静止卫星的导航转发器，以及多个地球上行注入站。其目标是使整个欧洲地区的宇航、海上和陆上用户均从中受益，并可作为民用航空用户从起飞至I类精密着陆的惟一导航手段。

（撰写：丁 群 审订：邱致和）

ouheqiang xingboguan

**耦合腔行波管** coupled cavity travelling wave tube (CC TWT) 由一系列金属谐振腔组成慢波结构，腔之间通过小孔或其他装置形成耦合的行波管。不同的耦合元件及它们的不同排列方法构成了具有不同性能的耦合腔行波管。耦合腔慢波线外形结构多种多样，有单孔和双孔耦合腔，当脉冲功率高达数百或数千千瓦时，还可选用三叶草型和蜈蚣型耦合腔。现在还常把使用其他全金属慢波结构的行波管也归入耦合腔行波管中，如图所示。由于耦合腔行波管的慢波结构是全金属的，导热能力很强，决定了耦合腔行波管的输出功率可达数百千瓦甚至数兆瓦。而相对论行波管的输出功率可高达百兆瓦量级。耦合腔慢波结构色散较强，因此耦合腔行波管的瞬




单孔交叉耦合腔链示意图

时带宽都比较窄，同时耦合腔慢波结构都是带通结构，带边耦合阻抗极高(理论上可达无穷大)，如果电子注恰好和带边频率的相速相近时就会引起振荡。这在阴极调制的脉冲耦合腔行波管中是一个很严重的问题，因为在电压上升和下降过程中必然会出现和带边频率电磁波同步而引起振荡的情况。为了防止这种带边振荡，必须采取特殊的措施，但栅控耦合腔行波管不存在这个问题。耦合腔行波管主要用于雷达和卫星地面站等电子系统中。

（撰写：邹显平 熊鸿富 审订：廖复疆 崔骏业）



PCB kuaisu yuanxing zhizao jishu

**PCB 快速原型制造技术** PCB prototyping technology 印制线路板快速制造是指通过机械方法选择性地除去所不需要的导电箔而形成导电图形。它是采用精密雕刻机在覆箔板上雕刻出导电图形。其优点是加工速度快、周期短；缺点是精度低、不适合精细线条的制造。该制造技术只能用于印制线路板的试制、而不适合批量生产。另一种方法是布线法，即将漆包线等具有绝缘层的导线，由 CNC 布线机直接按电路的设计布在预涂有未固化的胶层上固化而成。这种布线可以有多层，之后可经钻孔及导通等处理，具有多层 PCB 功能。用它可以快速制成高质量的 PCB；缺点是设备昂贵，技术复杂，只有美国、日本、德国、加拿大等少数几个发达国家才拥有。 （撰写：张星龙 审订：周志春）

PCB qingxi

**PCB 清洗** circuit board cleaning 除去装有电子元器件的印制电路板在电子元器件组装工艺过程中所附着、残留或化合的各种物理的和化学的污染物的过程。这些表面污染物能造成电子元器件腐蚀、吸潮、黏尘、脆化、电路损坏等故障，使电路板的性能降低，直接影响电路板的工作可靠性和使用寿命。电路板清洗工艺有水洗和有机溶剂清洗两大类。以往所使用的有机溶剂大都是消耗臭氧层物质（ODS），发达国家已淘汰使用。现在的清洗方式有：浸泡、超声波清洗、气相清洗、喷射清洗等。 （撰写：周德俭 审订：周志春）

PCB sheji

**PCB 设计** PCB design 在原理图设计完成的基础上完成印制板的版图设计，主要包括自动或手工布局布线设计。广义的 PCB 设计可以将原理图设计包括在内。PCB 以绝缘覆铜板为基板，分为单面板（只有一面有导电图形）、双面板和多层板。版图设计的核心技术是布局、布线，现有多种不同的策略和技术。根据原理图生成网表中的元器件名，对应调出封装库中的物理参数在 PCB 上放置元器件及焊盘，这就是布局。封装库中的元器件名称要和绘制原理图时所用符号库中的元器件名相一致。在完成布局之后，它需要根据原理图网表中元件间的连接关系用实际线实现连接，这就是布线。目前常用的 PCB 设计工具有 Mentor、Cadence、Pads、Zuken、Protel 等。在中低频段，PCB 主要作用是安装元器件并实现互连；在高频段（大于 50 MHz），对 PCB 基板及层数、电路布局布线的水平则非常讲究，它将直接影响 PCB 的电气性能，甚至功能。为了确保成功，PCB 设计完成后需要经过后仿真验证。印制板设计的输出信息可以直接用来加工印制板或者用来进行组装，因此它的输出文件可以是 CAM 格式文件，现在常用的有 Gerber 格式、IPC-D-350 格式等。完整的 PCB 版图应该包括：⑴ 所有层的布线层版图；⑵ 两层丝印层版图；⑶ 两层阻焊层版图；⑷ 根据过孔情况的钻孔定位版图。

（撰写：李玉山 审订：周志春 周德俭）

PDH chuanshu ceshi

**PDH 传输测试** PDH transmission test 数字传输速率在 2.048～139.264 Mb/s 段的同步数字传输体系测试。分为中断业务下的传输测试和不中断业务下的传输测试。PDH 传输测试仪器由发射机、接收机和抖动调制振荡器组成。发射机相当于一台通信信号源，产生各种图形并编码输出。接收机用来测量误码和抖动，进行误码性能分析和附加测量。抖动调制振荡器是一个正弦信号发生器，在抖动测试时，可将正弦信号调制到时钟脉冲上去，提供给图形发生器产生数据抖动。 （撰写：徐红兵 审订：陈光禹）

Perl yuyan

**Perl 语言** Perl language 一种解释型的脚本语言。Perl 语言由 Larry Wall 于 1986 年开发成功。当初的目的主要是在 Unix 环境下，用于处理面向系统任务而设计的脚本编程语言。现在 Perl 已经发展到 5.0 版本，并被移植到多种平台上。对于现在的 Web 而言，无论在 Windows NT 下的 IIS (Internet Information Server) 或 Unix 下的 Web Server 服务器都能很好地运行。由于 Perl 对文件和字符有很强的处理、变换能力，它特别适用于有关系统管理、数据库和网络互联以及 WWW 程序设计等任务，这样使得 Perl 成为系统维护管理者和 CGI 编制者的首选工具语言。

（撰写：邵培南 戴强 审订：瞿兆荣）

Prolog yuyan

**Prolog 语言** Prolog language 一种顺序逻辑程序设计语言。Prolog 是 programming in logic 的缩略语，Prolog 最初的设计目的是用于自然语言的处理，现在已经成为在人工智能领域最广泛应用的语言之一。Prolog 语言是由Aix-Marseille 大学的 Alain Colmerauer 和 Phillipe Roussel 在 1971 年设计的。Prolog 程序有两类成分：纯逻辑成分和非逻辑成分。纯逻辑成分由有限多个 Horn 子句组成，主要实现合一、归结和回溯；非逻辑成分则提供其他辅助功能控制特性。

（撰写：胡运发 修订：张晓先 审订：瞿兆荣）

P Y ma jieshouji

**P (Y) 码接收机** P(Y)-code receiver 可以接收 GPS 的 P (Y) 码信号进行导航定位的 GPS 接收机。在 10.23 MHz 的码速率下，P 码伪随机序列的长度为 267 天。每个 GPS 卫星被分别分配了该序列中的一段，长度为 7 天。P 码通常被加密成 Y 码，表示为 P (Y) 码，以防止敌方利用假信号进行欺骗干扰，同时排除了敌方利用 Y 码进行导航定位的可能性。P (Y) 码在 GPS 卫星的 L1 和 L2 两个频率上发播。由于采取了加密措施，只有获得密钥的军用用户可以使用 P (Y) 码，所以 P (Y) 码接收机也称为军用 GPS 接收机。P (Y) 码接收机可以获得 GPS 的精密定位服务 (PPS)，由于可利用 L1 和 L2 双频校正电离层时延，且 P (Y) 码速率比 C/A 码高 10

倍，所以其精度和抗干扰性能要高于 C/A 码接收机。

（撰写：丁 群　审订：邱致和）

PZ 90 zuobiaoxi

**PZ-90 坐标系**　parameters of earth 1990 coordinate system　又称 PE-90 坐标系。它是俄罗斯的卫星导航系统 GLONASS 所采用的测地坐标系，它也是一种地心固联坐标系。原点定在地球的质心，$Z$ 轴指向平均北极（用 1900～1905 年之间的数据确定），$X$ 轴与 1900～1905 年的赤道面平行，$Y$ 轴与 $X$、$Z$ 轴形成右手地心直角坐标系。参考椭球的参数是：半长轴 6378136 m，扁率 1/298.257，地球赤道的垂向加速度 978032.8 mgal，在海平面上由于大气的影响造成的垂向加速度修正量为-0.9 mgal。PZ-90 是通过 GLONASS 卫星导航系统向用户表达出来的，为了实现 GPS 和 GLONASS 的联合使用，美国国家航空航天局（NASA）和俄罗斯空间局（RSA）决定在全球建立 20 多个国际激光跟踪网站，对 2 颗位于不同轨道平面的 GLONASS 卫星进行跟踪，使 PZ-90 与 GPS 采用的 WGS-84 的坐标变换精度有望达到 20～30 cm。

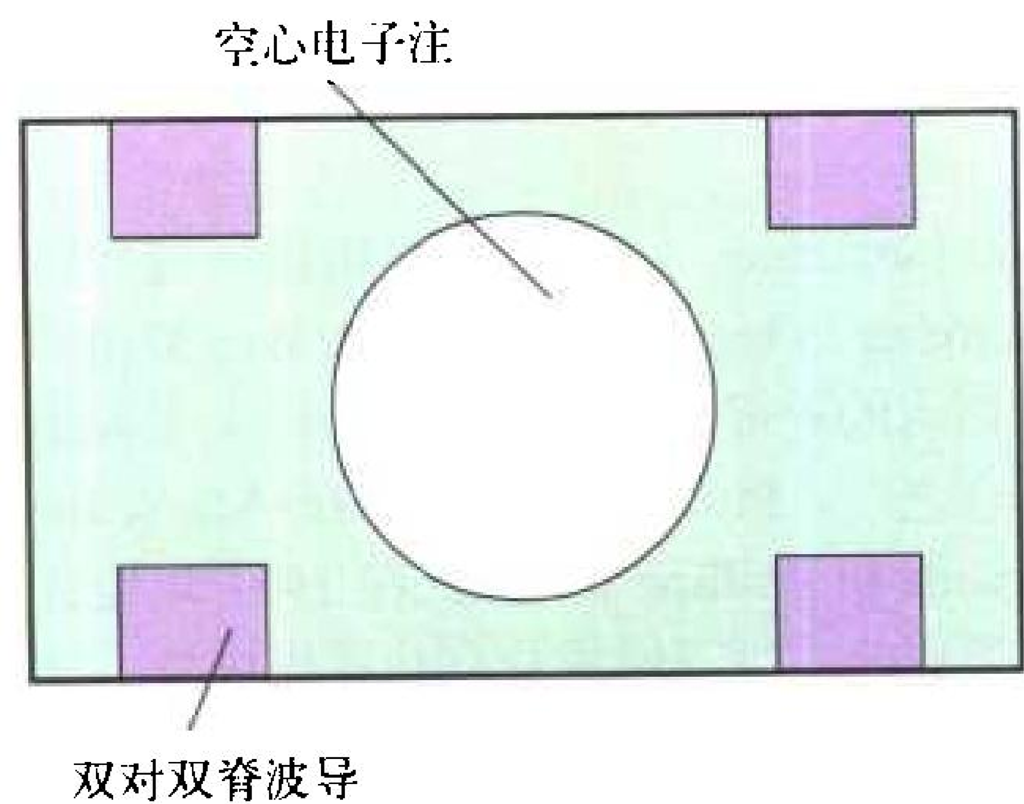
（撰写：邱致和　审订：丁 群）

panniguan

**潘尼管**　Peniotron　一个高速绕轴向磁场旋转的空心电子注与双对双脊波导中电磁波里的空间谐波互作用，在毫米波、亚毫米波上获得高功率的快波器件。如图所示为潘尼管的截面示意。潘尼管中电磁波角频率 $\omega$、波数 $k_z$ 和电子回旋角频率 $\omega_c$，轴向速度 $v_{//}$ 应满足谐振关系

$$\omega - k_z v_{//} = 2p\omega_c$$

式中 $p=1, 2, 3, \cdots$。机理分析指出，不论“有利”电子或“不利”电子都交出能量，所以互作用效率很高。它具有以下优点：需要的磁场只是回旋管的一半，工作在空间谐波时还要低，无频率上限，结构简单，成本低，能承受大功率。所以，潘尼管是一种有前途的快波器件。经深入研究发现：由于高频场有横向分量，使电子不能把全部动能交给高频场，而且电子初始位置不能在强场区，以致需要的轴向长度大大增加。因此寻求理想的高频场结构成为提高潘尼管性能的重要方向。

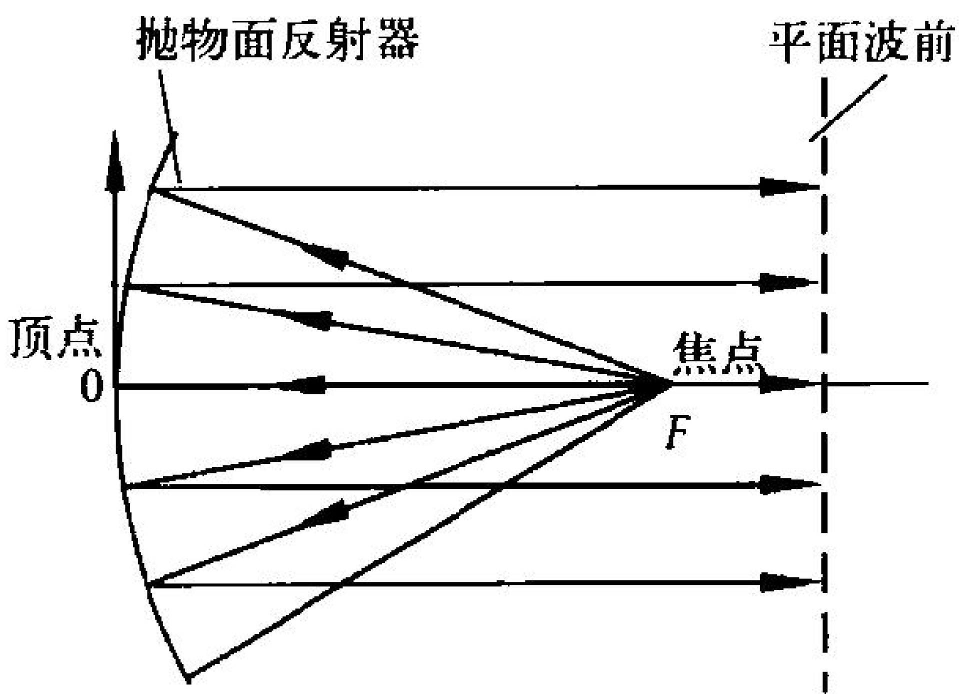


潘尼管的截面示意图

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

paowumian fansheqi tianxian

**抛物面反射器天线**　parabolic reflector antenna　简称抛物面天线。由抛物面形状反射器和位于其焦点上的照射器（又称馈源）两部分组成的面天线。其原理与光学望远镜相似，位于焦点处的照射器辐射的球面波，经抛物面反射后形成平面波（见图），将能量集中到抛物面正前方辐射出去，具有较强的方向性和增益。它是一种最常用的微波和毫米波高增益天线，广泛应用于雷达、电子对抗、无线电导航、遥感、遥测、侦听、航天和卫星通信等领域。抛物面反射器的形式很多：有柱形抛物面、切割旋转抛物面、偏置抛物面、抛物环面、喇叭—抛物面、折叠喇叭抛物面等。此外，抛物面主反射器与双曲面副反射器组成卡塞格伦天线，抛物面主反射器与椭球面副反射器组成格雷戈里天线，抛物面主反射器与抛物面副反射器组成近场卡塞格伦天线。同时改变卡塞格伦（或格雷戈里）主副面形状（或仅改变副面形状），可在口面得到相位同相幅度较均匀的分布（或给定分布），可提高天线口面利用系数（或压低副瓣），使天线效率达到 70%～85%，这类天线又称为赋形双反射器天线。其照射器可由各种光壁喇叭、脊形喇叭、波纹喇叭、带反射器的对称振子、微带贴片天线等构成。还可由上述单元组成的阵列作为照射器。抛物面天线的直径 $D$ 和工作波长 $\lambda$ 之比越大，则波束越窄，其中半功率点波束宽度为 $k\lambda/D$，$k$ 一般为 1～1.4。



抛物面反射器天线原理图

（撰写：邱家恒　审订：方能航）

paowei zhencha leida

**炮位侦察雷达**　artillery and mortar location radar　一种用来测定地炮、迫击炮与火箭等目标的坐标及其发射源位置与落点位置的地基战术战场雷达。该类雷达能在杂波与干扰环境中快速全天候检测来袭弹丸，并通过弹丸轨道测量，确定发射弹丸的火炮位置。典型炮位侦察雷达是美国 AN/TPQ-36 和 AN/TPQ-37 雷达，这两种雷达都能在其视场内全自动进行弹丸的检测、确认、跟踪和轨迹分析。由跟踪数据的反推，来确定发射弹丸的火炮位置，然后通过与指挥中心的话音或数据通信、指挥己方火炮向对方火炮反击。1 部雷达在方位上提供 90° 的覆盖，能同时对近 40 个分离的火力点进行定位。


炮位侦察雷达

（撰写：王德纯　审订：张光义）

penmo dayinji

**喷墨打印机**　ink-jet printer　通过喷射墨汁在纸面上印出符号、图形、文字或图像的一种计算机输出设备。按喷射原理可分为连续喷射与随机喷射式两种。在连续喷射的打印机中，导电墨水在泵的作用下进入喷嘴，通过喷嘴形成一束极细的高速射流，在高频振荡器的作用下分裂成连续均匀的墨

滴。这些墨滴根据位置的需要分别充以不同的电荷，在通过恒定的电场中产生不同的偏移，在纸上印出所需的点阵。不需形成印点的墨滴直接射入回收器。这种技术适用于单喷嘴的打印机。在随机喷射方式中，印字头由排成阵列的若干喷嘴组成，每个喷嘴根据需要分别喷出墨滴实现打印。喷射可用高压静电、加热、电致伸缩等原理激励，遗留在喷嘴上的墨汁仍用负压收回。1991 年 Tektronix 推出了相变固态喷墨技术。打印时墨被加热液化喷在纸上，其打印质量可与激光打印媲美但成本却低得多，是喷墨打印家族中前景看好的成员。喷墨技术加上精密的喷射头移动控制可以实现高精度优质打印。使用三原色喷头加上黑色喷头配套即可实现彩色打印。目前桌上打印机的分辨率高达 1200 dpi，可以实现优质的彩照打印。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

pipei lüboqi

**匹配滤波器**　matched filter　传输函数与输入信号共轭的滤波器。在雷达接收机中，匹配滤波器的传递函数 $H(f)$ 应是信号频谱 $S(f)$ 的复共轭，即

$$H(f)=S^*(f)\exp(-j2\pi f t_1)$$

匹配滤波器的脉冲响应 $h(t)$ 是接收波形 $S(t)$ 的时间倒置，即

$$h(t)=kS^*(t_1-t)$$

式中 $t_1$ 为实现匹配滤波所需的时间延迟，在 $t_1$ 时刻匹配滤波器输出达到最大值。在色噪声条件下，一般需先对色噪声进行白化，然后匹配滤波，以获得最大信噪比。（撰写：于文震　审订：张　良）

pinfen shuanggong

**频分双工**　frequency division duplex　用频域技术在通信系统中实现同时进行双向通信。频分双工为每一用户（终端）提供两个确定的频率信道，用于同时进行双向通信。在频分双工中，任何双工信道实际上都由两个单工信道组成。基站可以使用独立的发送和接收天线来容纳两个独立的信道。用户单元只有一根天线用来与基站进行发送和接收时，用户单元内使用双工器来实现用一根天线同时进行发送和接收。为使双工器容易实现，同时提供必要的频带隔离，需要将 5% 的射频频带用于隔离发送和接收。频分双工要求收发频带对称。（撰写：李仲令　审订：李振邦）

pinlü fenji leida

**频率分集雷达**　frequency diversity radar　能同时或依次发射、接收和处理两个或两个以上不同频率的信号，回波信号由相应的频率通道接收，处理合成为单一信号的脉冲雷达。它一般包括一部天线、两个或两个以上工作于不同频率的发射机（也可是一部发射机，在同一雷达重复周期内发射两个或两个以上不同频率的相邻脉冲），与不同频率对应的独立接收、处理信道。一般情况下用于频率分集的频差应等于或大于临界频差。频率分集雷达具有一定的反有源干扰能力。另外利用回波的去相关作用可改善目标起伏特性，提高探测性能，降低跟踪和多路径误差，并具有部分弥补仰角面波瓣凹口的作用，同时双（多）通道的冗余特性可提高系统的可靠性。（撰写：罗　健　审订：吴剑旗）

pinlü hecheng jishu

**频率合成技术**　frequency synthesis technique　又称频率综合技术。是用频率高度稳定和准确的振荡源（参考频率）作为标准，产生多个与参考频率稳定度相同或接近的新的振荡频率的技术。频率合成方法通常分为直接合成法和间接合成法。直接合成法是用混频器、倍频器和分频器实现频率间的加、减、乘、除，进而产生新的频率。所以，直接合成法又称混频滤波法，此外，还有漂移补偿法。间接合成法是用锁相环使压控振荡器的频率锁定在高度稳定的参考频率上，所以，又称锁相环法，它包括脉冲控制锁相环法和数字环法。

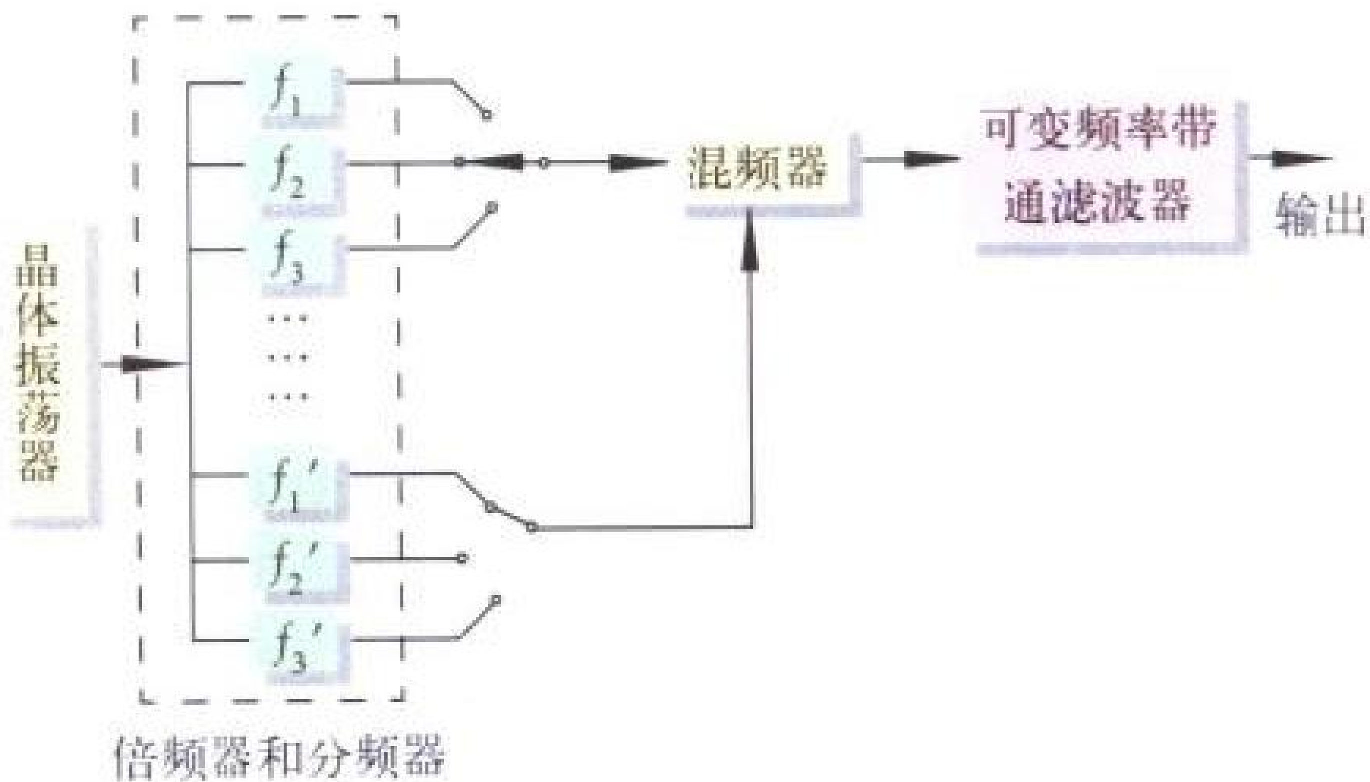



图 1　混频滤波法框图



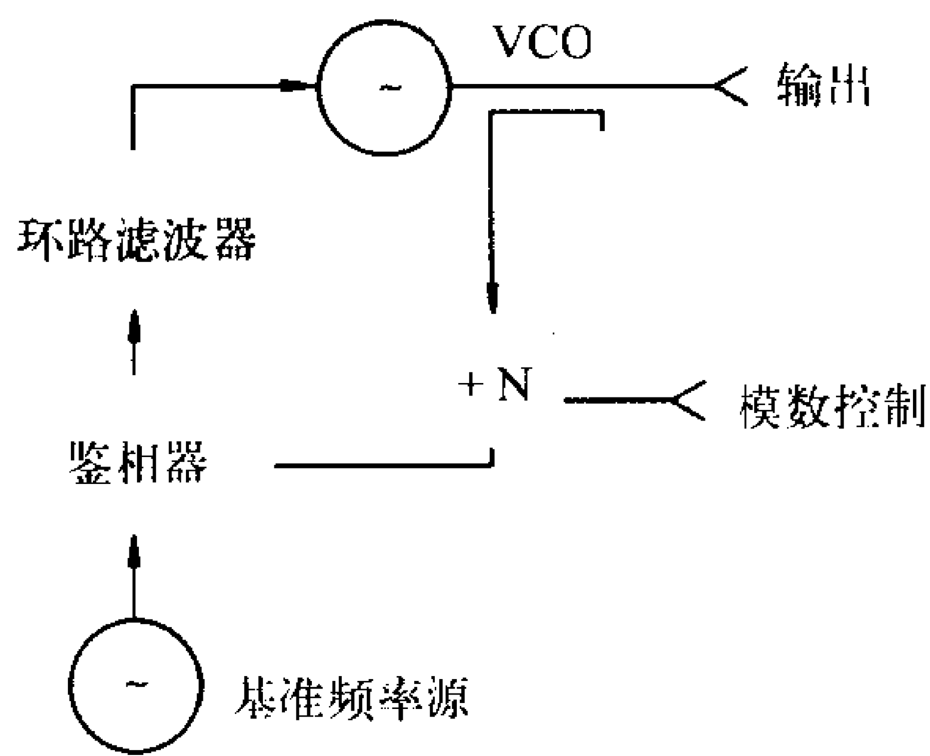

图 2　间接合成法框图

用频率合成技术制成的信号源（振荡源）称为频率合成器，广泛应用于通信、雷达、导航、遥控遥测、电子干扰和电子测量等领域。图 1、图 2 为频率合成方法的框图，图 2 中的 PD 为相位比较器，LPF 为低通滤波器，VCO 为压控振荡器。（撰写：王　雁　审订：黄史坚）

pinlü hechengqi

**频率合成器**　frequency synthesizer　以一个或多个高稳定频率源为参考源，利用直接频率合成、间接频率合成和数字直接频率合成（DDS）等方法产生所需频率的合成信号源，它的频谱纯度非常接近高稳定参考源。频率合成器是现代雷达、通信、电子战系统及测量仪器的核心部件。频率合成器按实现方式可分为直接频率合成器、间接频率合成器和数字直接频率合成器。直接频率合成器又称混频滤波合成器。频率合成器中大量使用分频器、倍频器、混频器和滤波器，通过开关切换选择所需的频点。该方法的优点是切换速度高，因为不存在振荡器及锁相环的状态设置时间；缺点是元器件数量多、线路复杂，但采用 GaAs 模拟和数字单片集成电路将有助于降低其成本及体积。实用化程度最高的是间接频率合成器，又称锁相环频率合成器。它利用锁相环（PLL）稳定压控振荡器（VCO），如图所示。实用中往往采用二重或多重 PLL，而且利用双模前置定标器加入脉冲可编程数字分频器以提高工作频段和频率分辨率。为使频点间隔进一步降低至 10Hz 量级还可采用分数式分频器。间接频率合成器的主要缺点是切换时间长，改善措施是利用 PROM 和 DAC 组成的数字调谐网络对 VCO 进行开环预置。数字调谐网络、双模定标器及可编程数字分频器均需利用数字及数模混合集成电路技术实现，故这种合成器往往被称为数字锁相环频率合成器。完全意义上的数字锁相环还应包括滤波器的数字化。数字直接频率合成器（DDS）的工作原理和电路结构与上述两种

频率合成器全然不同。电子战用频率合成器的重要发展趋势是提高频段、带宽、跳频速度及频率分辨率。GaAs MMIC




锁相环频率合成器原理图

和 VHSIC 是上述技术性能改善的关键推动因素。与此同时 GaAs IC 还将对改善设备和系统的尺寸、重量等物理性能及降低成本做出重大贡献。（撰写：李涵秋　审订：林金庭）

pinlü ji shijian biaozhun

**频率及时间标准** frequency and time standard　用来对天文台、国家测量标准中心、物理研究实验室、导弹和卫星跟踪站、通信系统、无线电导航、生产厂、无线电监视和发射站等的频率和时间进行控制和校准的标准。精确的频率和时间信号基准。频率和时间的原始基准由铯原子频标来定义（时间的基本单位秒定义为铯原子跃迁周期的 9192631770 倍）。工作基准通常都用原子频率标准或晶体振荡器来担任。常用的频率和时间标准有一级原始频率标准（原子频率标准）和二级频率标准（高精度石英晶体振荡器）。一级原始频率标准不需要用其他参考基准来校准，二级频率标准在使用过程期间，一般均应根据所需精度来进行校准。

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

pinlü jiebian

**频率捷变** frequency agility　脉冲雷达中，发射信号的载波频率以大于信号带宽的间隔，在相邻发射脉冲之间或相邻发射脉冲组之间变化。频率捷变的方式有随机性捷变、按预定程序捷变、向雷达频带内无干扰或干扰最弱的频率进行自适应频率捷变等。频率捷变的优点有：迫使干扰机展宽其干扰信号带宽，降低干扰信号的功率谱密度，降低干扰机瞄准雷达频率的干扰效果；探测飞行的目标时，可把雷达频率固定时的目标回波慢起伏类型变为快起伏类型，从而增加高检测概率需求时的目标探测距离；在跟踪雷达中，减小目标的闪烁误差；对成片杂波的回波起去相关作用，可使对目标的信号积累得益优于对杂波的积累得益，从而提高目标与杂波信号的强度比。（撰写：黄为倬　审订：张光义）

pinlü saomiao leida

**频率扫描雷达** frequency scanning radar　通过改变雷达工作频率控制天线辐射单元的馈电相位，使天线波束作电扫描的雷达。利用频率的变化来控制天线辐射单元间的相移差，每个频率对应一个波束位置，相移差通常采用螺旋线或蛇形线馈源实现。接收时每个频率对应一个独立的接收机。有脉内频扫和脉间频扫两种主要方式。在一个调频脉冲信号内完成扫描的称为脉内频扫；在一组异频相邻脉冲串内完成扫描的称为脉间频扫。频率扫描雷达主要用作对空监视、目标指示雷达等。因其天馈设备简单较常用于舰载雷达。由于雷达工作频率与波束指向相对应，较易受到干扰。

（撰写：罗　健　审订：吴剑旗）

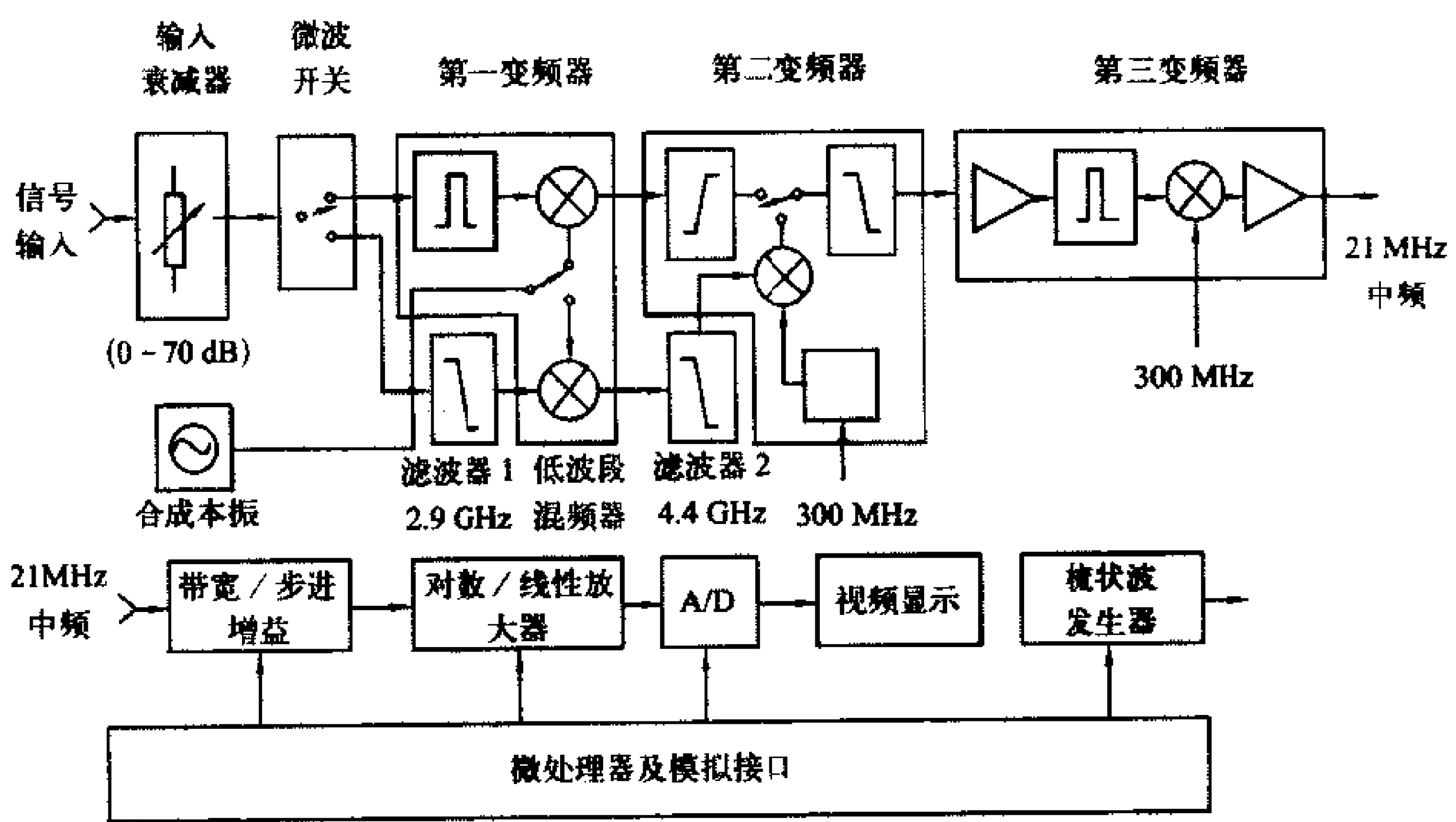
pinlü xiangwei saomiao leida

**频率相位扫描雷达** frequency phase scanning radar　通过改变雷达工作频率并同时利用移相器共同控制天线辐射单元的馈电相位，使波束作一维或二维电扫描的雷达。一般分为仰角面频率相位扫描、方位机械扫描的一维电扫描雷达和仰角面频扫、方位面相扫的二维电扫描雷达。一般用于地面、舰载的警戒、引导和目标指示雷达。

（撰写：罗　健　审订：吴剑旗）

pinpu fenxiyi

**频谱分析仪** spectrum analyzer　一种测量和显示电信号在频率轴上各点频谱分量分布情况的仪器。频谱分析仪主要用两种方法对信号的频谱进行测量，一种方法是傅里叶变换(FFT)分析法，它是在一个特定时间周期内对信号进行 FFT 变换来获得频率、幅度和相位信息。该方法可以分析周期和非周期信号，可测范围为直流到射频段；另一种方法是扫频调谐分析，这种方法构成的频谱分析仪实际上是一个超外差接收机或是一个可调预选接收机（其原理如图所示）。它实时




频谱分析仪原理图

分析信号或分析经变换后的中频信号，该类频谱分析仪测量范围宽，可从数十赫兹到毫米波段，通常只给出振幅谱或功率谱，不直接给出相位信息，是目前应用最广泛的频谱分析仪。频谱分析仪主要技术指标包括频率范围、分辨率带宽、形状因子、噪声边带、增益压缩、灵敏度、动态范围等。频谱分析仪是目前最重要的电子测试仪器之一，其用途极为广泛，特别是用于电子战、电磁兼容测量和微波通信等方面。

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

pinzhi yinsu celiang

**品质因素测量** quality factor measurement　测量电路或元件的品质因素。品质因素是电路或元件最大储能的 $2\pi$ 乘积与一周期内耗能之比，其符号为 Q，无量纲。其倒数为耗散因子，符号为 $D$。在串联电路里，它是电抗与电阻之比，在并联电路里，它是电纳与电导之比。品质因素的测量精度对阻抗的相位依赖性较强，要保证品质因素 Q 和耗散因子 $D$ 的测量精度，必须提高相位测量精度。射频阻抗分析仪采用开路/短路/低损耗电容校准法提高相位的测量精度，从而保证高 Q 元件的测量精度。（撰写：李为民　审订：陈光禹）

pingban CRT

**平板 CRT** panel CRT 将信号转换为图像的一种平板型电子束管。它是将垂直于荧光屏面的电子枪改成与荧光屏面平行安放，依靠束偏转来实现垂直轰击荧光屏。CRT 虽然性能优越，但由于其体积大和工作电压高的缺点，已受到液晶显示(LCD)、等离子体显示(PDP)、电致发光显示(ELD)等平板显示器件的挑战。自从 1951 年 W. R. 埃肯推出的第一个平板CRT，至今研究平板 CRT 已有半个世纪，仅有日本索尼公司推出的小尺寸扁平 CRT 在门铃电视等领域获得了应用，美国 RCA 公司、日本松下公司和荷兰菲利浦公司等都先后研制了全平面 CRT。平板 CRT 既有高亮度、高对比度、全色显示、宽视角及价格低廉、可批量生产的优点，又有平板显示的轻、薄等长处，但适合于家用的平板 CRT 尚需在寿命、分辨率、画面均匀性等方面进行改进，才能进入市场。

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

pingban xianshiqi

**平板显示器** flat panel display (FPD) 显示器的厚度小于显示屏对角线尺寸四分之一的显示器。平板显示器的种类较多，一般按显示媒质和工作原理分为液晶显示器(LCD)、等离子体显示器(PDP)、电致发光显示器(ELD)和场致发射显示器(FED)等。平板显示器在军事领域有极其广泛的用途，例如指挥所、计算机、通信系统、虚拟现实系统、电子战系统、飞机座舱、舰船、全球定位系统、遥感系统、导弹火控系统、雷达和声呐等，而这些应用对于提高军用电子装备的机动性、准确性和可靠性方面有很大的作用。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

pingliuceng

**平流层** stratosphere 处于对流层顶部以上，中间层以下的大气层区，平均高度范围为 10～50 km，极区较厚而赤道区较薄。主要特性：(1) 大气的垂直对流不强，多为大尺度平流运动；(2) 温度相对较为稳定，随高度缓慢递增，至层顶为 230～240 K；(3) 水汽与沙尘含量均很少，大气透明度很高，很少出现像对流层中的气象现象；(4) 臭氧主要分布于此层，浓度最大值约在 25 km 高度。臭氧总含量的标高仅为 0.002 m，而太阳辐射紫外部分 ($\lambda < 0.29\ \mu m$) 几乎全部为其吸收(衰减可达 400 dB)，是此层的主要热源。由于此层的特点，某些无线电转发系统与空间观测平台，以及航空与大气污染监测等活动，可以向此高度范围发展。另外，由于探测手段较缺乏，平流层大气是相对研究不够的层区；日—地关系在平流层变得模糊，对流层的大气系统又存在过多因素的搅和与延滞。因此，弄清平流层与其上下层的耦合机制，对于研究太阳活动与人类环境的关系是至关重要的。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

pingliuceng dingdian pingtai

**平流层定点平台** stratospheric geostationary platfrom 定点飞行在平流层中用于完成某种任务的飞行器。平流层是指位于对流层之上、中间层之下的大气层，其高度约在十几千米到 50 km 范围内，气压是地面上的 1/20 左右，不受气象的影响，一年四季的风都很稳定，同时也不受电离层的影响。利用定点在平流层的飞行器作为平台，安装不同的任务载荷，用于长时间的执行任务，是近年来的一种新型系统。这种系统主要可以用于中继通信和移动通信、对地观测和监视、军事侦察、特定区域广播等。可以作为平流层定点平台的飞行器主要有遥控飞艇和稳定的平流层气球。平流层定点平台主要组成部分有飞行平台、姿态稳定或飞行控制设备、遥控遥测设备、能源。平流层定点平台上的能源主要有太阳能、地面微波能和航空燃油等。平台足够的空间和一定的载重能力，可用来装载各种光学和电子设备。

（撰写：韩玉辉　审订：孙 鉴）

pingliuceng dingdian pingtai cekong xitong

**平流层定点平台测控系统** TT&C system for stratospheric geostationary platform 对平流层定点平台跟踪、定位、遥控和遥测的技术设施。平流层定点平台测控系统用于对平台进行定点控制和对有效载荷的工作模式、工作参数等实施控制；采集平台和有效载荷的工作参数、工作状态，以及所处的环境参数，供监视和分析用；实时跟踪测量平台的位置坐标。平流层定点平台测控系统有分立测控和综合测控两种体制，分立测控体制的遥控、遥测、测距和测角定位分别用不同设备实现，而综合测控体制是利用同一设备完成对平台的跟踪、定位、遥控、遥测等功能。目前平流层定点平台多采用综合测控体制。（撰写：韩玉辉　审订：孙 鉴）

pingliuceng dingdian pingtai xinxi chuanshu

**平流层定点平台信息传输** the information transfer of stratospheric geostationary platform 平流层定点平台的有效载荷获取的信息向地面控制站传递的技术。平流层定点平台可用于中继通信、移动通信、探测与侦察、导航定位和空基测控等系统。平台与地面控制站的信息交换由系统上、下行通信链完成。传输的信息包括遥控、遥测、测距信息和有效载荷获取的信息，通常把后者传送称为信息传输。一般当有效载荷需传递的信息量不大时，可由测控系统下行链完成，而当信息量较大时，传输速率高，占用的带宽较宽，需采用独立的信道完成。平台信息传输设备由平台信源编码、信道编码、发射信道设备及地面控制站的接收信道设备、信道解码、信源解码和数据处理等设备组成，传输速率由数兆比特每秒至数十兆比特每秒或更高。（撰写：韩玉辉　审订：孙 鉴）

pingliuceng tongxin

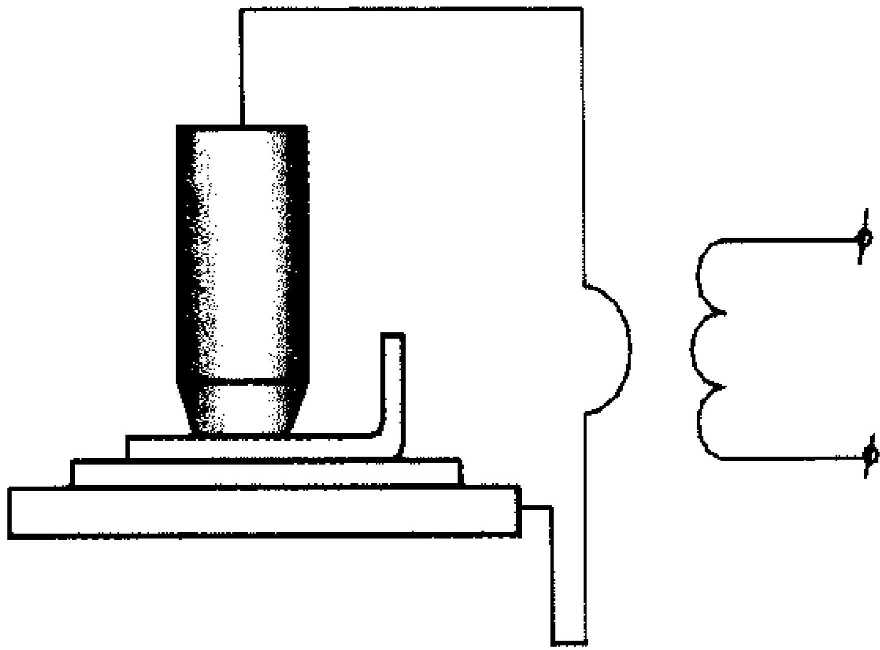
**平流层通信** stratospheric communication 在平流层空间使用定点平台作为中继站，与地面控制设备、用户设备等共同构成完整通信系统的通信方式。根据风速、温度、太阳辐射和臭氧等因素，在 10～50 km 的平流层空间，适于作为通信平台的为 20～25 km 高度。平台形式分为飞艇和无人机两种，前者适宜于长期(几年)驻空。由于可以用较低廉的价格向用户提供实时、宽带、多媒体通信业务而备受关注。技术难点是平台的稳定控制及再生能源。目前各国正在努力开发研究中，它的成功将会对今后军事通信产生重大影响。

（撰写：宋志群　审订：李振邦）

pingmianhan

**平面焊** planar spot welding 将焊件压紧于大、小两电极之间，并通以电流，利用电流流经焊件接触面及其邻近区域所产生的电阻热将其加热到熔化或塑性状态，使之形成金属结合的一种高速、经济的连接方法。平面焊(见图)是点焊的形式之一，与普通点焊的不同之处在于平面焊采用大接触面的导电板作为下电极，以消除下面工件表面的压痕。较先进

的平面点焊机的操作平台是用铜合金制作的，兼做下电极使用，上电极则通过更换焊枪的弯头，可焊到很深的箱形工件底部。平面焊广泛用于有装饰要求的表面，如面板、门板等。



平面焊示意图

（撰写：沈振方　审订：张为民　周德俭）

pingtaishi guandao xitong

**平台式惯导系统** platform inertial navigation system 惯性导航系统（简称惯导）的一种。在惯导中，为了测量其所在的运动载体的位置和速度，必须使它的惯性平台始终跟踪一个选定的坐标系（一般为某个当地水平坐标系）。在平台式惯导中，这个惯性平台是1个由环架组成的实体物理平台，3个互为正交的加速度计就安装在这个平台上。为了使平台坐标系保持对准所选定的导航坐标系，需要陀螺敏感出载体的运动并产生指令信号，以使平台按指令角速率转动。指令角速率可根据载体的运动信息经计算机解算后提供。早期的惯导都是采用实体物理平台的平台式惯性导航系统。平台式惯导有如下的特点：(1) 由于环架的隔离作用，运动体的机动不会影响陀螺和加速度计的工作；(2) 姿态信息直接取自环架；(3) 可以获得较高的精度。平台式惯导体积、重量大，价格贵，可靠性不很高。（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

puke'er he

**普克尔盒** Pockel's cell 利用普克尔效应制作的电光器件。由电光晶体如KDP、KTP、$LiNbO_3$等和两个电极组成。为防潮、防尘常将晶体密封在有石英或光学玻璃窗的盒内。这类晶体的折射率变化与外加电场成正比，因而可用于光调制、光开关、光偏转等。（修订：吴永生　审订：梅遂生）




Q kaiguan jishu

**Q 开关技术** Q-switching technique 突然改变激光器共振腔的品质因数（Q 值）以获得巨脉冲的技术。在泵浦开始时设法增大共振腔的损耗，降低 Q 值，使激光振荡不能形成，上能级的粒子数大量积累。当积累到极大值时，突然使共振腔的损耗变小，Q 值突增。这时激光振荡迅速建立，在短时间内上能级粒子像雪崩一样跃迁到基态，形成脉宽窄（$10^{-6}$～$10^{-9}$ s 量级）、峰值功率高的脉冲激光输出。实现 Q 开关的方法有：主动 Q 开关，如机械 Q 开关、电光 Q 开关、声光 Q 开关；被动 Q 开关，如可饱和吸收体 Q 开关等。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

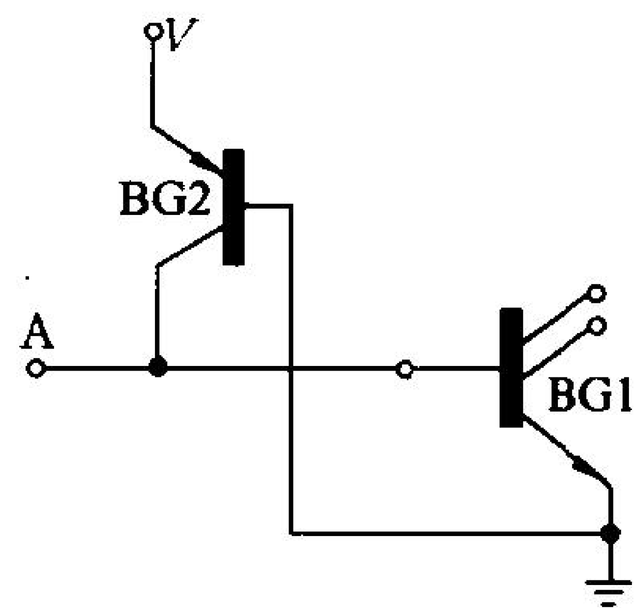
qipianxing ganrao

**欺骗性干扰** deception jamming 发射、转发、反射电磁波，使其与真实信号具有某些相似性，以欺骗敌方电子设备，造成敌方得出错误信息的一种干扰。按干扰的原理可分为有源欺骗性干扰和无源欺骗性干扰。对敌方电子设备的欺骗性干扰均是针对电子设备的作战功能进行的。电子设备的作战功能不同，技术体制不同，所采取的欺骗干扰手段和样式也截然不同。如对雷达的欺骗性干扰，主要有距离欺骗干扰、角度欺骗干扰、速度欺骗干扰和假目标干扰等，目的是破坏敌方雷达对己方目标的探测和跟踪。对通信的欺骗性干扰是冒充敌通信网内的某一电台与敌主台或其他电台进行通信联络、向敌方传递假命令、假电文或假图像信息，使敌方上当受骗。对敌光电设备的欺骗性干扰主要有：发射距离欺骗、编码欺骗激光信号，设置假目标漫射强激光信号，欺骗敌激光探测设备和激光制导设备；发射红外编码干扰脉冲，投放红外诱饵，破坏敌方红外跟踪和制导设备对己方目标的跟踪锁定。欺骗性干扰与压制性干扰相比隐蔽性好，不易被敌方察觉，但需充分掌握敌方电子设备的有关信息，才能有效实施。

（撰写：张葆林　审订：索以宾）

qita xianjin jiegou luoji dianlu

**（其他）先进结构逻辑电路** (other) advanced structure logic circuit 主要有：⑴双极互补型金属氧化物半导体逻辑电路 (bipolar complementary metal oxide semiconductor logic circuit、BiCMOS logic circuit) 利用 BiCMOS 工艺将双极型器件和 CMOS 器件按电路要求集成在同一基片上的逻辑电路。它既具有晶体管—晶体管逻辑电路（TTL）速度高、驱动能力强、噪声小的特点，又具有 CMOS 逻辑电路功耗低、噪声容限大的优点。⑵先进 BiCMOS 技术逻辑电路 (advanced BiCMOS technology logic circuit) 利用亚微米级先进的 BiCMOS 工艺技术（ABT）制成的总线接口电路。它可提供较小的特征尺寸，更窄的线间距和更浅的结，并采用新的设计，使电路在保持较大驱动能力的同时，又可减少寄生电容，缩短传输延时。⑶集成注入逻辑电路 (integrated injection logic circuit, $I^2L$)是 20 世纪 70 年代发展的一种逻辑电路，如图所示。由 BG1、BG2 两个晶体管组成。BG1 是倒置结构的纵向 NPN 多集电极管，BG2 是共基极接法的横向 PNP 晶体管，起负载电阻和电流源作用，实现对 BG1 基区的注入，因而称集成注入逻辑电路。由于它是把晶体管合并到集中的器件区而简化了结构，故又称合并晶体管逻辑电路 (merged transistor logic circuit，MTL)。集成注入逻辑电路具有功耗低、功耗延迟积小，其工艺和双极型集成电路兼容等优点，适用于数字/模拟兼容的 LSI 和 VLSI 电路中的数字电路。⑷多值逻辑电路 (multiple-valued logic circuit, MVL) 多值逻辑电路不同于目前市场上广泛使用的二值（0、1）逻辑电路，它具有两个以上的逻辑值，使电路的信息密度增大、布线简化，为电子线路和系统设计开发提供了新的手段，是一种很有应用前景的逻辑电路。




集成注入逻辑电路

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

qirongjiao

**气溶胶** aerosol 一种悬浮于空气中，以化合物、聚合物或单质微粒作为散射和吸收电波或光波的分散体。气溶胶微粒可以是固体、液体或混合体，按导电性能分为绝缘材料和导电材料两种。典型的绝缘材料有尘埃、水雾、高岭土、滑石粉、碳酸钠等；许多金属材料粉末属于导电类气溶胶材料，如 Al、Cu 这类良导体的粉末，此外石墨粉也是一种良导体。在现代战争中，气溶胶是一种重要的无源干扰材料。由发烟器材向空气中施放大量的气溶胶微粒，可以形成气溶胶屏障，即烟幕。它能够改变光波、电磁波在介质中的传输特性，从而对敌方光电探测、观瞄、制导武器实施干扰。具有“隐真”和“示假”的双重功能。

（撰写：石岚　审订：张伯周）

qiti chuanganqi

**气体传感器** gas transducer, gas sensor 能感受气体（组分）并转换成可用输出信号的传感器。根据气体传感器的检测原理分为半导体式、电化学式和接触燃烧式传感器。半导体气体传感器是利用半导体材料与某种气体接触时其电阻或功函数等物理量发生变化这一效应来检测气体成分或浓度的传感器。这种原理的传感器主要包括可燃气体报警器、乙醇、一氧化碳探测器、一氧化氮等气体的检测器。

电化学式气体传感器的工作原理是两个或多个金属电极浸在固态或液态电解质中时，在电极间会产生平衡电极电势，它的大小与溶解在电解质中的气体的种类和多少有关，通过检测这个电势从而达到对气体检测的目的。主要用于 CO、NO、$N_2O$、$H_2S$、$SO_2$ 等有害气体的监测及汽车汽缸中的空燃比、钢水中的含氧量测量等。

接触燃烧式气体传感器的工作原理是对传感器的加热线

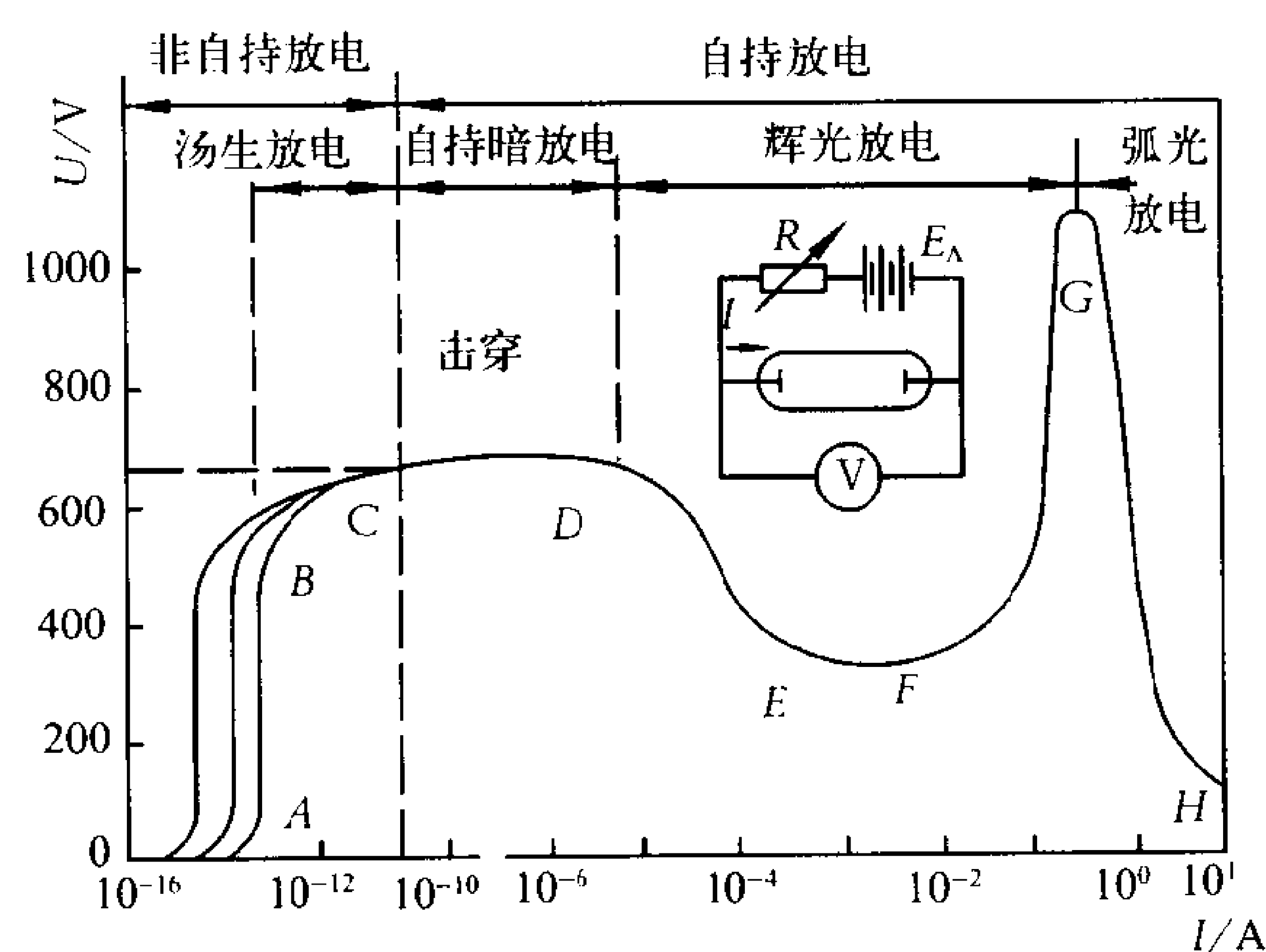
圈加热时，若可燃烧气体存在则会在表面发生燃烧，从而使温度上升，引起检测线圈的电阻变化，从而检测可燃烧气体，主要用于检测煤气、液化石油气等。

光电式气体传感器的工作原理是：利用某些气体在电场作用下产生电离，或对某一频段的光波具有特殊的吸收现象，配合相应的激励电场和光源以及探测器构成一个整体，以此实现对被测气体的测量。这种传感器主要用于 $CO_2$、$CH_4$以及烷烃类气体的检测。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

qiti fangdian

**气体放电**　gas discharge　又称气体击穿，气体着火，气体导电。气体在一定电压等条件下，由电绝缘状态变为导电状态的过程，并放出电、声、光的现象。凡能使气体产生放电的因素称电离源，产生气体放电时的电压称击穿电压，其值受气体的种类、成分、压力、电极材料、结构和表面状态、电离源等影响。气体的直流击穿电压 $U$ 随两电极间距离 $d$ 与




气体放电的全伏安特性

气体压力 $p$ 的乘积的变化规律称帕邢定律，相应的曲线称帕邢曲线。放电电压与电流之间的关系称伏安特性，如图所示。两个相似的放电空间具有相似的伏安特性称相似定律。一种气体中加入少量杂质气体时使击穿电压降低的现象称潘宁效应。在外电离源作用下才能维持的放电称非自持放电。在无外电离源作用下能维持的放电称自持放电。放电空间出现明暗相间的辉光，电流大小由阴极发射面积增减调节的放电称辉光放电。高电流密度、高亮度和低电弧压降的放电称弧光放电。电极表面曲率半径相差很大、极间电场极不均匀条件下产生的小电流放电称电晕放电。脉冲电压条件下产生的放电称脉冲放电。高气压、高功率电源条件下产生的高压脉冲放电称火花放电。高频电磁场条件下产生的放电称高频放电。微波电磁场条件下产生的放电称微波放电。

（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

qiti fangdian qijian

**气体放电器件**　gas discharge device　又称气体放电管或离子器件。利用气体放电原理制成的真空电子器件。制造过程与真空电子器件相同，但在封离排气台之前要充进一定成分和压力的气体。可按气体种类、气压高低、电极数目、阴极种类、放电类型和应用等分类。按放电类型分为辉光放电管、弧光放电管、脉冲放电管、微波放电管等。按用途分为闸流管、开关管、保护管、显示管、计数管、光源管等。品种繁多，功能各异，很多功能是其他器件不能替代的，在现代电子信息技术中有着独特的作用。

（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

qiti jiguangqi

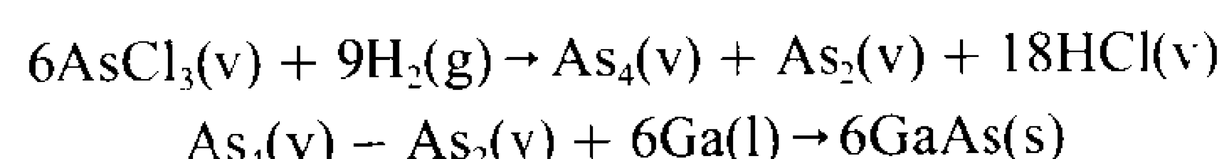
**气体激光器**　gas laser　以气体或气体与金属蒸气混合物作为工作介质的激光器。气体激光器的特点为：(1) 具有高度的均匀性，有可能采用大尺寸的工作介质，并得到良好的方向性和单色性的激光辐射；(2) 激活粒子之间的相互作用比固体介质小得多，因而激活粒子谱线窄，气体激光器容易振荡在几个模，甚至单模状态；(3) 激活粒子密度比固体小得多，需要较大体积的工作介质才能获得足够的输出功率，因此体积较庞大；(4) 采用不同工作介质，可获得从真空紫外到远红外范围内上万条激光谱线。气体激光器按工作介质的种类分为：(1) 中性原子激光器，工作介质是惰性气体、某些金属蒸气或卤素气体或蒸气以及其他气体原子，如 He–Ne 激光器、Cu 蒸气激光器、Au 蒸气激光器等；(2) 离子激光器，工作介质是惰性气体、某些金属蒸气或分子气体的离子，如 Ar 离子激光器、Kr 离子激光器等；(3) 分子激光器，工作介质是双原子或多原子气体的分子，如 $CO_2$ 激光器、$N_2$ 激光器等。气体激光器可以连续或脉冲方式工作，其激光输出功率范围大，有的气体激光器输出极高功率，例如 $CO_2$ 激光器输出可达 100 kW。

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

qixiang waiyanfa

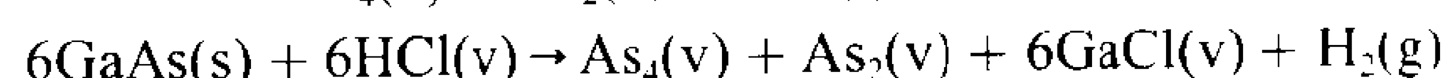
**气相外延法**　vapor phase epitaxy (VPE)　反应物在气相中（或衬底表面）热解或化学反应后气相输运到衬底晶片表面，淀积物原子按衬底晶格有序延伸排列生长单晶薄层的方法。该法可生长Ⅱ–Ⅵ族、Ⅳ族、Ⅲ–Ⅴ族等多种半导体单晶薄膜。硅 VPE 所用的源材料有 $SiCl_4$、$SiHCl_3$、$SiH_2Cl_2$ 及$SiH_4$等，前三种以高纯 $H_2$ 作载气，并与 $H_2$ 反应还原出 Si 外延到衬底上；$SiH_4$ 在常温下为气态，通过热解而外延。GaAs VPE 使用两种体系：

(1) $Ga-AsCl_3-H_2$ 体系，通过下列反应



$$6AsCl_3(v) + 9H_2(g) \rightarrow As_4(v) + As_2(v) + 18HCl(v)$$

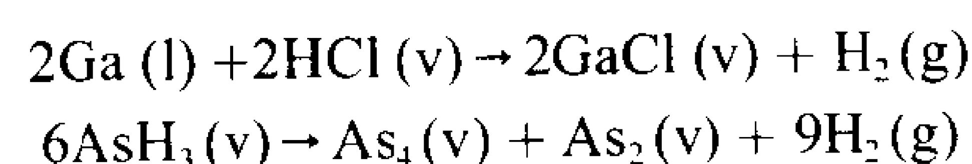
$$As_4(v) - As_2(v) + 6Ga(l) \rightarrow 6GaAs(s)$$



$$6GaAs(s) + 6HCl(v) \rightarrow As_4(v) + As_2(v) + 6GaCl(v) + H_2(g)$$

将 $As_4$、$As_2$、GaCl 输运至衬底上方通过逆向反应而外延 GaAs。

(2) $Ga-AsH_3-HCl-H_2$体系，通过反应



$$2Ga\,(l) + 2HCl\,(v) \rightarrow 2GaCl\,(v) + H_2\,(g)$$

$$6AsH_3\,(v) \rightarrow As_4\,(v) + As_2\,(v) + 9H_2\,(g)$$

将 $As_4$、$As_2$、GaCl 输运至衬底上方而外延 GaAs。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

qixiang jiguang leida

**气象激光雷达**　weather laser radar　以大气分子或浮游微粒（气溶胶）对激光的后向散射回波作为接收信号的装置。大气中的云层及湍流都能显著地改变大气后向散射特性，所以可以利用气象激光雷达来遥测大气结构、温度和热分布、云层高度、风向风速和大气能见度，并能对烟和气体污染物进行检测和跟踪。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

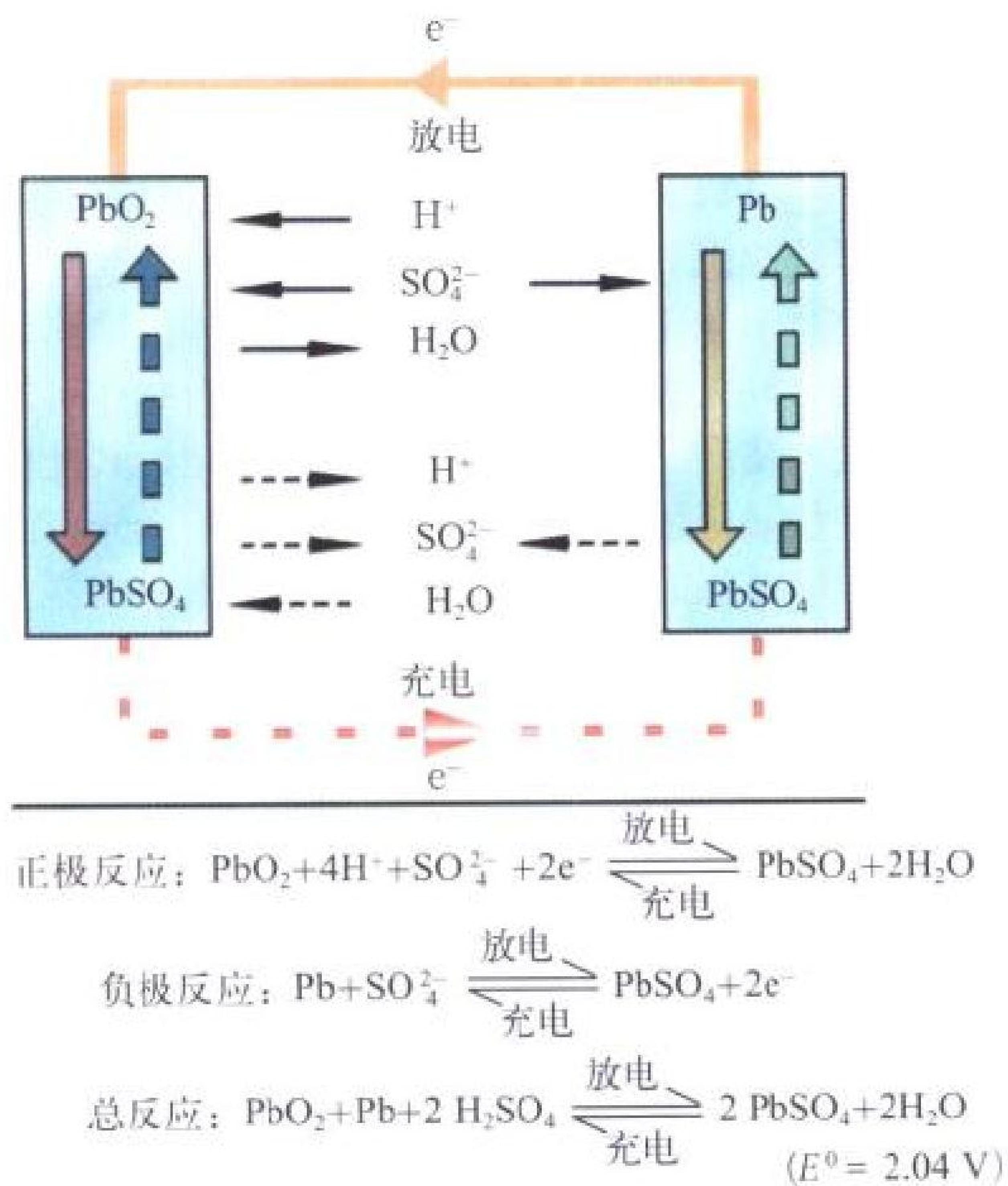
qixiang leida

**气象雷达** meteorological radar 用于探测空中云雨状态和风速、风向及其他气象要素的雷达，是各种天气现象监测和预警的有效工具。一般分为天气雷达、测风雷达等。天气雷达用于测量空中云雨状态，它的发展经历了模拟式处理、数字式处理、多普勒体制天气雷达、双偏振天气雷达几个阶段。数字式天气雷达运用了数字信号处理技术及计算机处理技术，对雷达探测的云和降水回波信息进行数字处理，生成各种定量的监测、分析和预警等气象产品，对观察结果和气象产品实施存储、复制和调用。多普勒天气雷达采用多普勒技术，在测定云和降水回波强度的同时，还可获得大气风场和湍流信息，是研究大气物理学、监测和预警中等强度灾害性天气最有效的重要工具之一。双偏振天气雷达还具有识别降水类型，描述粒子的状态信息和热力学、动力学结构的能力，是新一代多普勒天气雷达的发展方向。测风雷达分为常规测风雷达和风廓线雷达。常规测风雷达将升空气球携带的角反射体或探空仪所产生的“回波”和有关参数作为风的示踪物进行测量。风廓线雷达以晴空湍流为探测目标，依照晴空湍流散射测风，与测风雷达的传统测量方式有本质区别，符合无球化、隐蔽式、低成本等现代测量要求。由风廓线雷达、无线电声探测系统（RASS）、微波辐射计、地面气象多要素观测仪组成的探测系统，可实现风、温、湿、压四要素同时探测，是大气科学研究机构、气象业务部门、大气环境保护部门掌握大气各层次气象要素的有力工具。

（撰写：唐瑾　审订：孙继云）

qiansuan xudianchi

**铅酸蓄电池** lead acid battery 化学电源的一种。其正电极活性物质是 $PbO_2$，负电极活性物质是海绵状铅，电解液是浓硫酸。除此之外，电池还需要有外壳（容器）、隔板、极柱等部件。铅酸蓄电池工作原理如图所示。自从1895年法国科




铅酸蓄电池的充、放电反应原理图

学家G.Plante发明了铅酸蓄电池以来，已经经历了一个多世纪，在移动式电源领域，它一直被誉为一匹重载的马。这是因为铅酸蓄电池比其他蓄电池有电压高，价格低廉且原材料易于回收利用等优点，在二次电池中获得最广泛的应用。100年来人们对铅酸电池的改进和创新研究一直没有停止，电池的比能量已由25 W · h/kg提高至40 W · h/kg左右；且由原先的开口电池发展到少维护、免维护的密封式铅酸电池等。在军事装备中，铅酸电池大量应用于军用车辆、军事通信、坦克、装甲车、潜水艇、火炮、飞机等作起动和备用电源。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

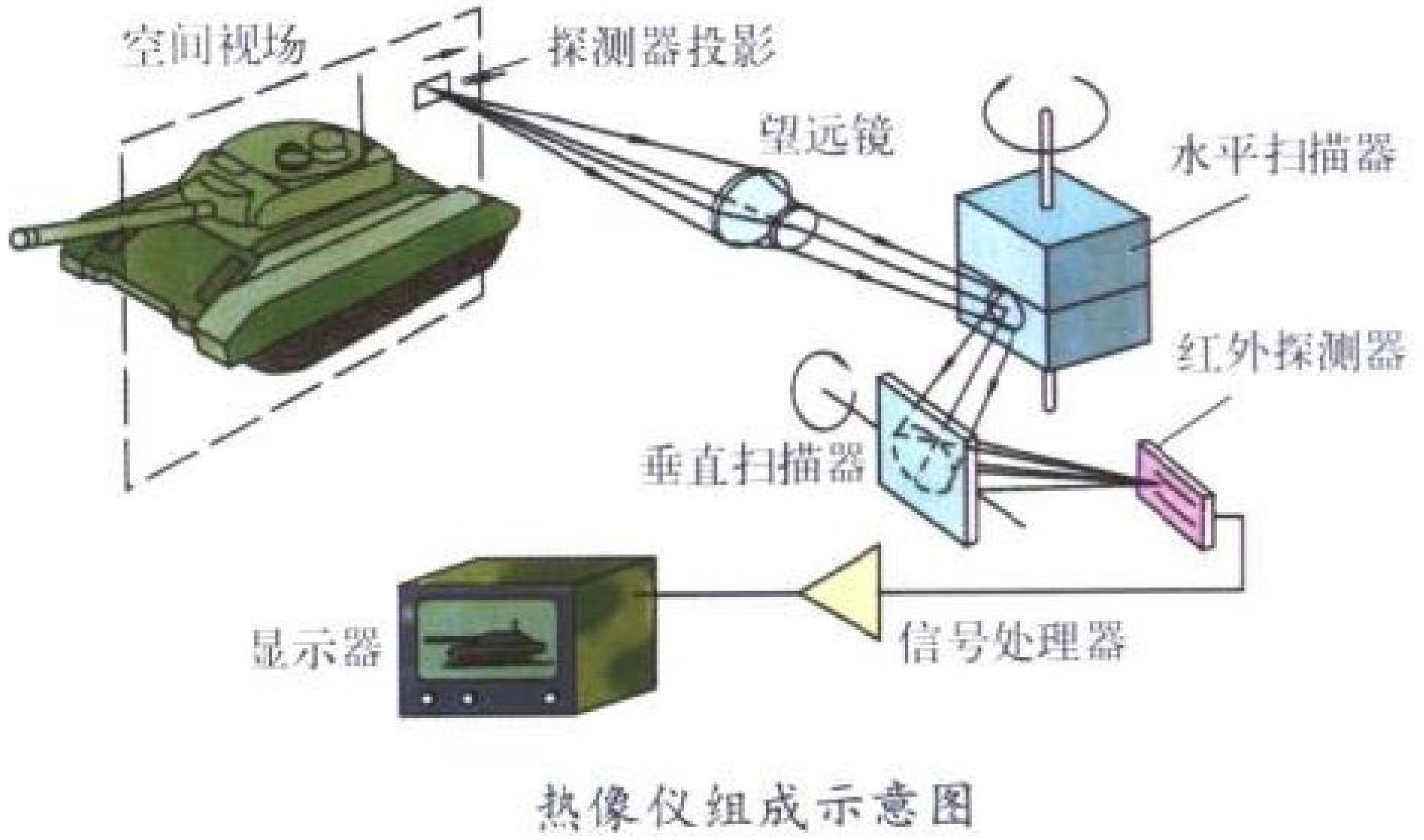
qianfangzhen

**前仿真** pro-simulation 在PCB物理版图设计，特别是布线设计完成之前的仿真。主要内容就是前面电路设计时的电路功能模拟，它将对电路的主要电气功能作出基本评价和保证认可。狭义的前仿真是指在完成版图设计预布局之后，软件根据版图及各种规则可以反向提取或估算出电路中部分延迟信息和分布参数，通过反标注到原来的电原理图对应的节点上，进行比功能模拟更进一步的准确功能仿真。有些情况是不能做后仿真的，例如软硬件的联试、PCB与专用集成电路的联试都必须等到实物生产完成后才能进行，这时的前仿真就很有必要。目前在系统设计阶段，发展非常迅速的软硬件联合设计与仿真和通用元器件与专用集成电路联合仿真就是针对这一目的的。

（撰写：李玉山　审订：李怀霞　周志春）

qianshi hongwai xitong

**前视红外系统** forward-looking infrared system (FLIR) 又称热像仪，它是获取景物热图像并转换成可见光图像的仪器。安装在飞机上的热像仪，用以获取机头前下方的景物图像，通常称为前视红外系统。许多文献把实时显示的军用热像仪统称为前视红外系统。热像仪一般由红外光学望远镜、扫描器、红外探测器与制冷器、信号处理器及显示器组成（见图）。随着红外焦平面阵列的发展，出现了一种新型固体自扫描的热像仪——凝视式热像仪，省去了笨重的光机扫描机构，而且灵敏度和分辨率都得到了改善。热像仪由于隐蔽性好、不易受电磁干扰、获取的信息丰富、分辨能力强、在军事上得到广泛应用，例如可用热像仪进行夜间导航、侦察和观瞄、火炮和导弹的控制等。




热像仪组成示意图

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

qianxiangbo fangdaguan

**前向波放大管** forward wave amplifier (FWA) 由慢波结构色散曲线确定的相速度与群速度同向的正交场放大管。图1为基波是前向波的色散曲线示意图。在工作点 $O$ 上，相速度为 $v_p=\omega_0/b_0$，群速度为 $v_g=\frac{d\omega}{db}$，可见 $v_p>0$、$v_g>0$ 即相

速与群速同向。前向波放大管基本上是基波运用，也有谐波运用的；电子流的来源有注入式的，也有分布发射的；电子流的重入形式有重入型的，也有非重入型的；阴极有冷阴极的也有热阴极的；结构有线形的也有圆形的。人们通常把应用最多的这种分布发射式重入型冷阴极圆形结构的正交场放大管，称为前向波放大管。图2为正交场放大管结构示意图；图3为所使用的曲折线慢波结构。图4为前向波正交场放大管外形。由于前向波放大管电压低、效率高、体积小、重量轻，所以在航天领域有重要的应用前景。如登月舱的精测雷达就选用了FWA作为发射管。在地面的防空雷达中也有重要的应用。前向波放大管的缺点是增益低，一般只有10～15dB；信噪比也不高，一般在45～50 dB/MHz。为了克服这两个缺点，国外从20世纪70年代开始研制阴极激励正交场放大管，目前的水平是：增益20～30 dB，信噪比大于70 dB/MHz。

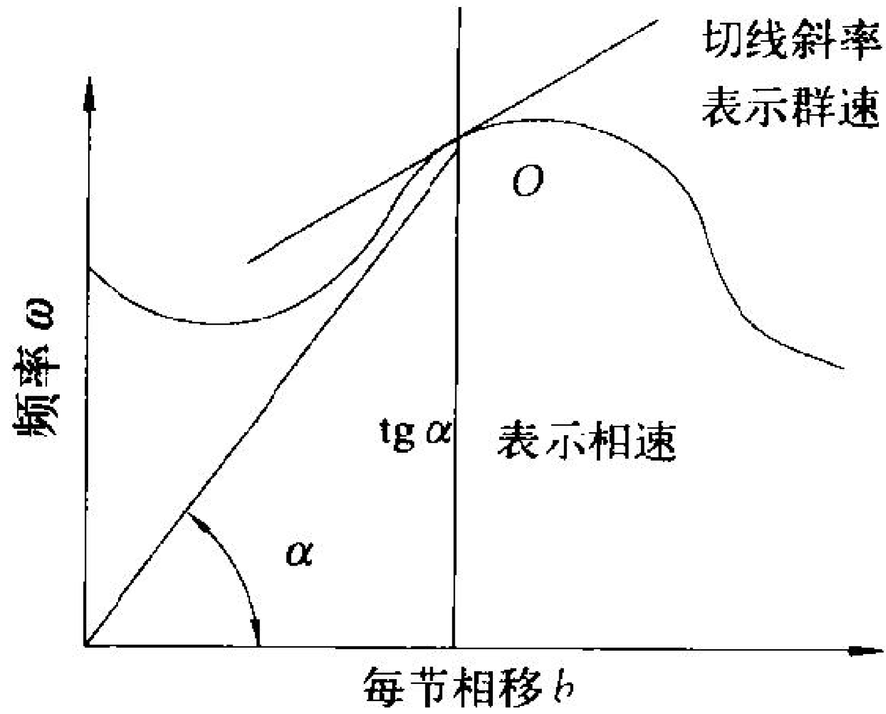


图1 前向波色散特性曲线

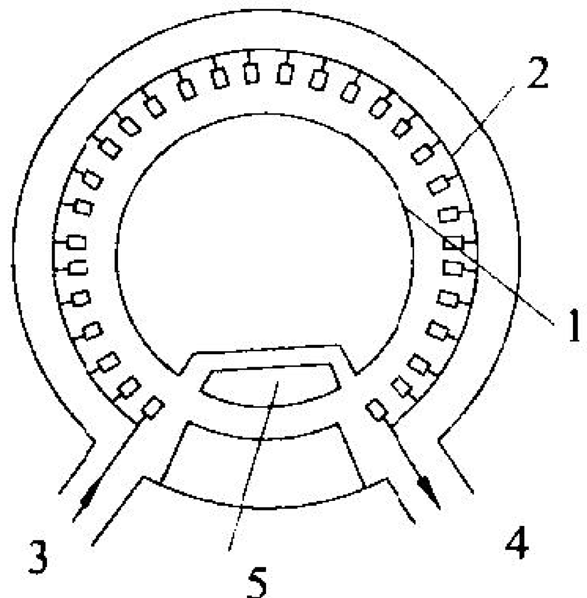


图2 带控制极正交场放大管结构示意图
1—阴极；2—阳极；3—输入；4—输出；5—控制极

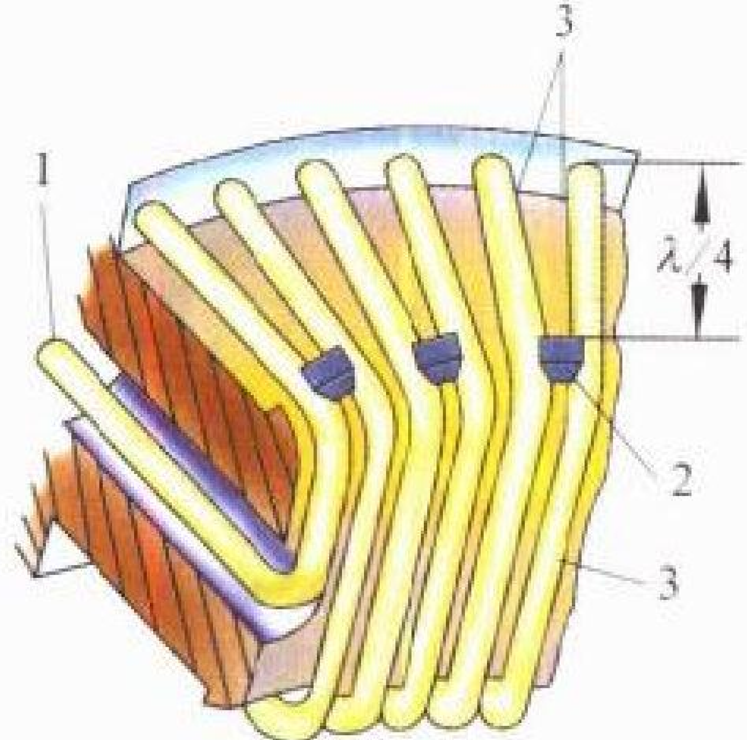
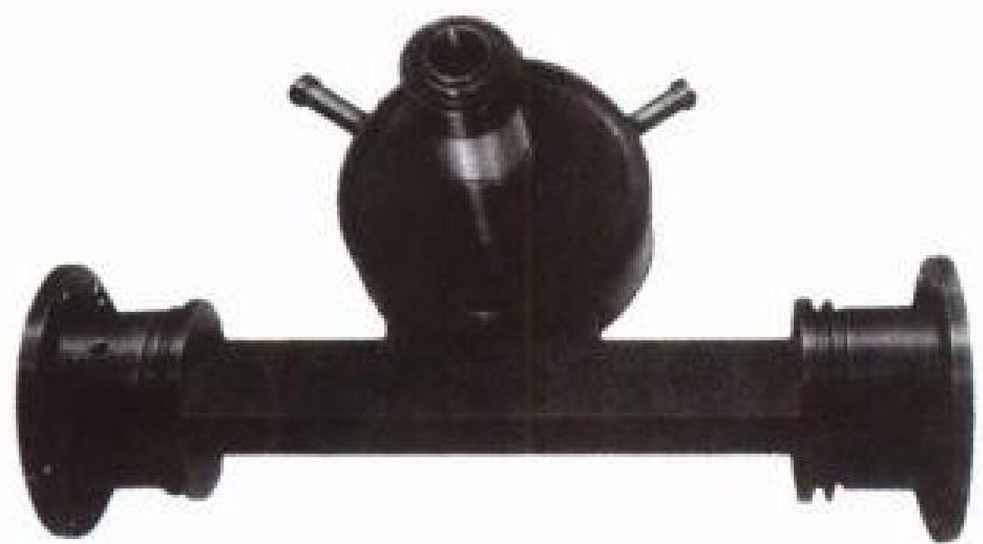


图3 曲折线慢波结构
1—同轴输入耦合；2—交错铰链块；3—水冷曲折线


图4 前向波正交场放大管

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

qianrushi caozuo xitong

**嵌入式操作系统** embedded operating system 简称嵌入式OS。一种可根据应用剪裁在嵌入式计算机上运行的实时操作系统。嵌入式软件对外部事件的响应时间必须是确定的，不管当时系统内部状态如何，都是可预测的。嵌入式OS通常仅占内存数千字节到数十千字节，结构紧凑，应用程序与操作系统一体化。实时性、可裁剪性、可移植性是其主要特征。嵌入式OS提供自举代码；采用可抢占的多任务内核，任务响应时间达到微秒级，并支持多任务协同运行；采用微内核技术以提高系统的重用性；采用对象预先分配机制，防止堆产生碎片；采用优先级继承技术以防止优先级逆转；采用同类冗余技术防止任务随机错误；提供"看门狗"，实现安全认证；提供中心安全监控机制，保证错误识别和恢复。嵌入式OS实现技术主要有两种，其一是宿主机—目标机技术，目前为绝大多数嵌入式操作系统采用，宿主系统采用Unix / Windows，运行嵌入式开发环境，应用程序开发好后再下载到目标机上运行。典型的系统如VRTX、PSOS、Vx Works。另一种技术是将宿主机系统与目标机合二为一。典型的系统如QNX，它是一个基于PC体系结构的实时操作系统。嵌入式OS广泛应用于过程控制、通信、智能仪器、消费产品、机器人、军事电子设备和现代武器等。

（撰写：张激　施刚　审订：瞿兆荣）

qianrushi jisuanji

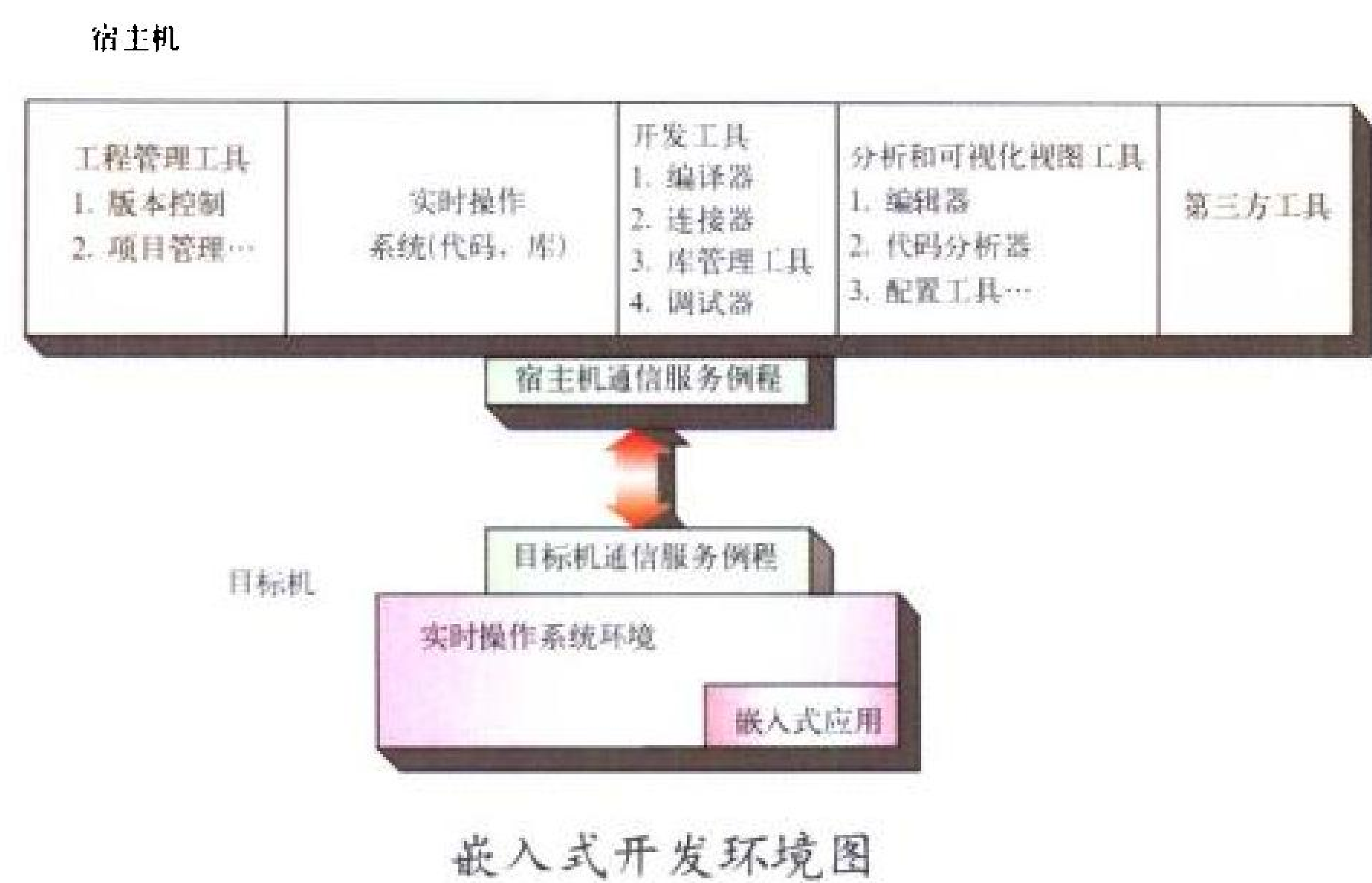
**嵌入式计算机** embedded computer 一种嵌入在宿主系统中使用的计算机。通常用作嵌入式计算机最多的是单片机和单板机。一个应用系统按需要可嵌入一台或多台计算机。嵌入式计算机在功能上和物理结构上都嵌入在系统中，不独立于系统运行。它支持、提高或改善系统的总体性能，是系统的智能组成部件。对于军用和工业控制用的嵌入式计算机，为适应各种恶劣环境（如振动、冲击、加速度、电磁干扰、辐射、潮湿、高低温、盐雾、尘埃等）在可靠性、安全性和实时性等方面有较高的要求。常用的军用嵌入式计算机有：加固计算机、抗恶劣环境计算机（美国称之为MIL-SPEC计算机）、防泄漏（TEMPEST）计算机。嵌入式计算机的输入端多与传感器连接以获取各种实时信息，这些信息经处理而产生的输出信息多用于控制驱动各种执行机构或输出显示，以供辅助决策。嵌入式计算机的软件，虽然有些亦可修改，但多数一旦投入使用，将长期不作更改，因此，其操作系统和应用程序往往被固化。嵌入式计算机的应用十分广泛，小至家用电器、仪器仪表、医疗设备、数控机床、机器人、精密制导，大至战略战术武器系统、$C^3I$系统以及航天测控系统等。

（撰写：张学孝　审订：张全荣）

qianrushi kaifa huanjing

**嵌入式开发环境** embedded development environment 针对特定的微处理器和微控制器而构造的相应嵌入式系统的集成化开发环境。它通常包括可剪裁的微内核实时多任务操作系统，宿主机上的编译系统、调试工具、查看工具，利用串口、网络等宿主机与目标机的连接工具，以及其他如代码测试、源码分析等工具，为系统配置生成提供了支持。嵌入式开发环境的结构如图所示。目前典型的嵌入式开发环境有Microtec Research公司的VRTX、ISI的PSOS、IMAG公司的Vx Works和QNX公司的QNX等。随着计算机、控制、通信的互相融合，嵌入式体系结构，包括嵌入式硬件、嵌入

式软件、嵌入式开发环境将在系统开发中起主导作用。




嵌入式开发环境图

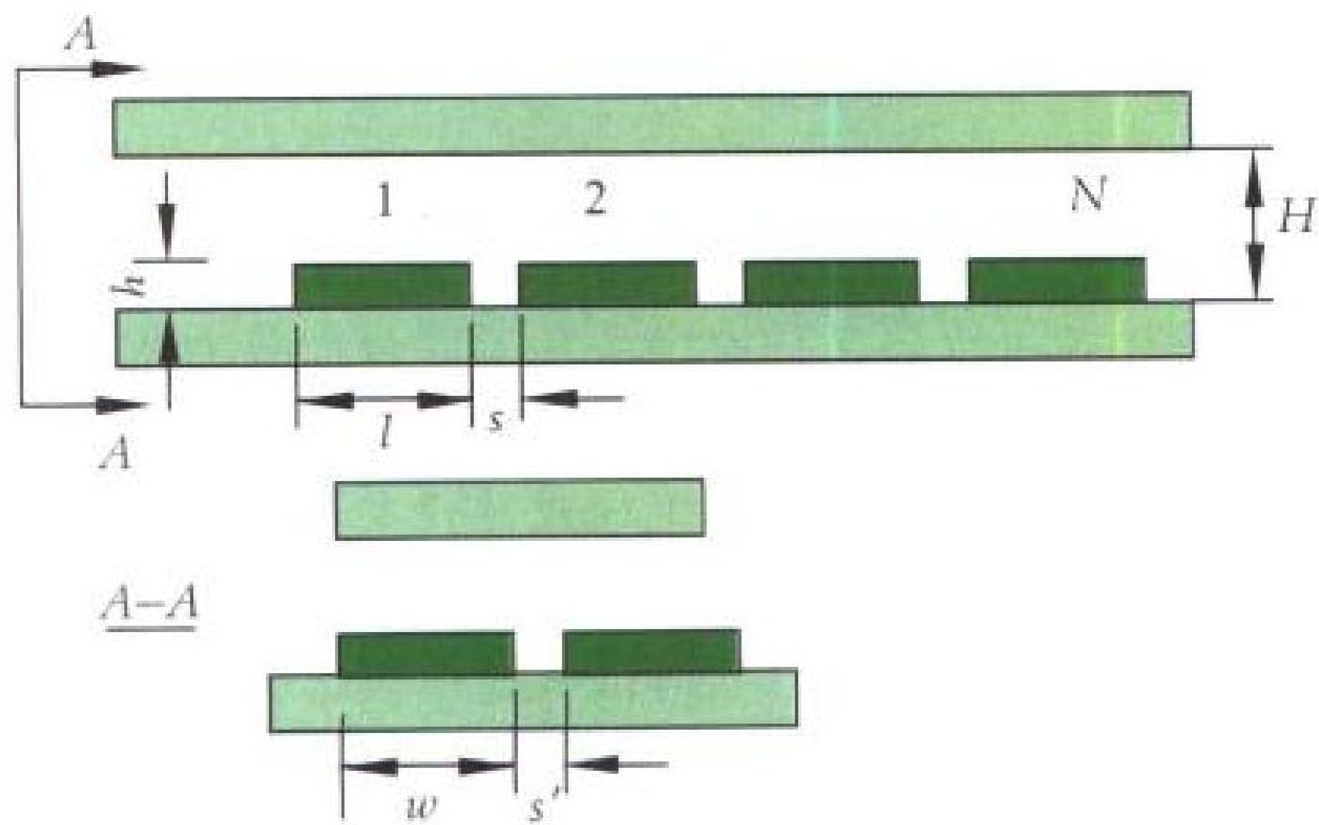
（撰写：张 激　李 翔　审订：瞿兆荣）

qianrushi shujuku

**嵌入式数据库**　embedded database　一种安装在嵌入式设备中可单独运行的微型数据库系统。它针对嵌入式应用的具体要求，利用成熟的数据库技术，实现对移动设备和嵌入式设备上数据的存取、组织和管理。根据安装和应用的环境特点，通常把配置在个人数字助理(PDA)、掌上设备、手持设备和“智能”蜂窝电话等移动设备上的嵌入式数据库称为移动数据库(参见*移动数据库*)。由于嵌入式设备的资源有限，对存储空间的限制较大，配置嵌入式数据库系统时首先要解决嵌入式数据库及其管理系统的微型化问题。通常，前者是通过关系模式的优化和数据的压缩存储来实现，以便提高嵌入式设备数据存储空间的利用率，后者则是根据嵌入式应用的需要有的放矢地选定系统的功能和规模，以提供方便的数据库操作能力和安全可靠的数据备份恢复机制。其中尤为重要的是，在多种流行的嵌入式操作系统下提供对嵌入式 SQL 语言的支持，以及在 Java 跨平台的支撑下增强嵌入式数据库的互操作性和可移植性。嵌入式数据库是近几年兴起的一项新型的数据管理技术，已广泛应用在金融、医疗、军事指挥控制、武器装备、工业生产控制、信息家电、因特网接入和智能卡等领域。（撰写：佘性厚　江 水　审订：瞿兆荣）

qiangzhi duiliu daore

**强制对流导热**　forced connective heat transfer　对流导热是指通过外部加风扇等吹风装置，直接在电路板元器件上方吹冷却空气的方法将电子元器件产生的热量散去，以使电路板的工作温度保持在设计许可范围内，使电路板稳定可靠地工作。电路板几何参数对电子元器件的影响如图所示。电路模




电子元器件在电路板上的排列示意图

块强制对流导热除了受电子元器件尺寸($h\times l\times w$)的影响，还受到诸如相邻元器件之间的距离($X$ 方向间距 $s$ 和 $Y$ 方向间距 $s'$)、元器件的位置(从风道入口算起第 $n$ 个($1\leqslant n\leqslant N$))和风道的高度($H$)等因素的影响。通常电子元器件尺寸越小，其导热系数越高。如果在风道中有局部阻塞风路的元器件存在时，还应提高该风道中的冷却空气的风速。

（撰写：严 伟　审订：周德俭　李怀霞）

qiangzhixing fangwen kongzhi

**强制性访问控制**　mandatory access control (MAC)　一种根据客体所包含信息的敏感性(如安全标记所示的保密级别、安全类别)以及主体访问此类信息的正式授权(如许可证)限制主体访问含有此类敏感性信息的客体的方法。其中客体信息的敏感性和主体的授权是系统以适当方式设定的，一般主体(代表用户的应用程序)无法回避和改变，也无权将许可权转移给其他主体。因此此类访问控制策略是系统强制执行的，通常是处理和传递重要信息的设备或系统所应具备的，一般要有策略判决和执行机制，并对有关安全数据和机制进行保护。（撰写：蒋继洪　审订：穆良知）

qiaobang

**撬棒**　crowbar　能量转移装置。把故障支路的能量转移到撬棒中，用来保护射频功率放大管或脉冲开关管。在储能大的发射机中，射频功率放大管或脉冲开关管起弧时，大约 50 J 的能量就可使它损坏。撬棒与受保护的管子并联，在管子起弧时，撬棒动作把直流高压电源储能电容器释放的能量从管子支路转移到撬棒中，从而保护管子不致因电弧而损坏。常用的撬棒体有充氢闸流管、引燃管、密封触发间隙和多间隙撬棒。在低压设备中，为防止精密器件不致因过载而损坏也用撬棒保护。这类撬棒常用可控硅管。

（撰写：徐功潜　审订：许鸿烈）

qielunkefu qijian

**切伦柯夫器件**　Cerenkov device　又称切伦柯夫脉塞。当运动电子的速度超过周围介质中电磁波传播的相速时，将产生切伦柯夫辐射，利用此种原理制成的高功率微波器件。它可用于强力电子干扰机、超远程雷达、微波能束武器系统等军事电子装备。该类器件的核心部分由一强流相对论电子注和一介质慢波系统构成。强流相对论电子注由加速器提供。慢波系统由具有介质衬里的柱形波导或柱形开放式谐振腔构成。当电子速度与慢电磁导波满足“同步”条件，器件就由受激切伦柯夫辐射提供正增益而有微波辐射产生或放大。其输出功率和互作用效率等高频电气性能直接由电子注和慢波系统的几何参量与电气参量决定。为了提高器件的互作用效率和输出功率，慢波系统内可以填充等离子体，同时还可以采用速度再“同步”技术。（撰写：莫元龙　审订：廖复疆）

qieting

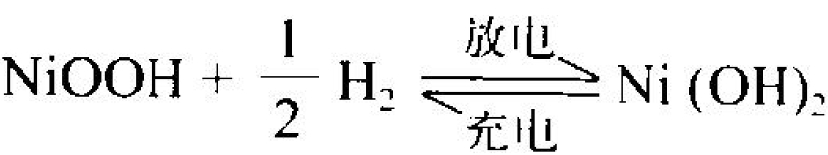
**窃听**　eavesdrop, intercept　利用非法手段获取信息的一种攻击方法。窃听分为主动窃听和被动窃听两种形式。主动窃听通过对信息系统通信线路数据的控制，如发送假消息、篡改数据、改变数据路由、冒充合法使用者等以达到攻击和窃取信息的目的。被动窃听是指对通信线路上传输的数据进行记录或监视，如接收卫星通信等无线通信系统的传输信号、搭接有线通信线路等窃听信息。被动窃听时所有接入的窃听

设备都是被动工作的，一般情况下不会影响原系统的正常工作，而主动窃听将会影响原系统的正常工作。

（撰写：关义章　审订：黄月江）

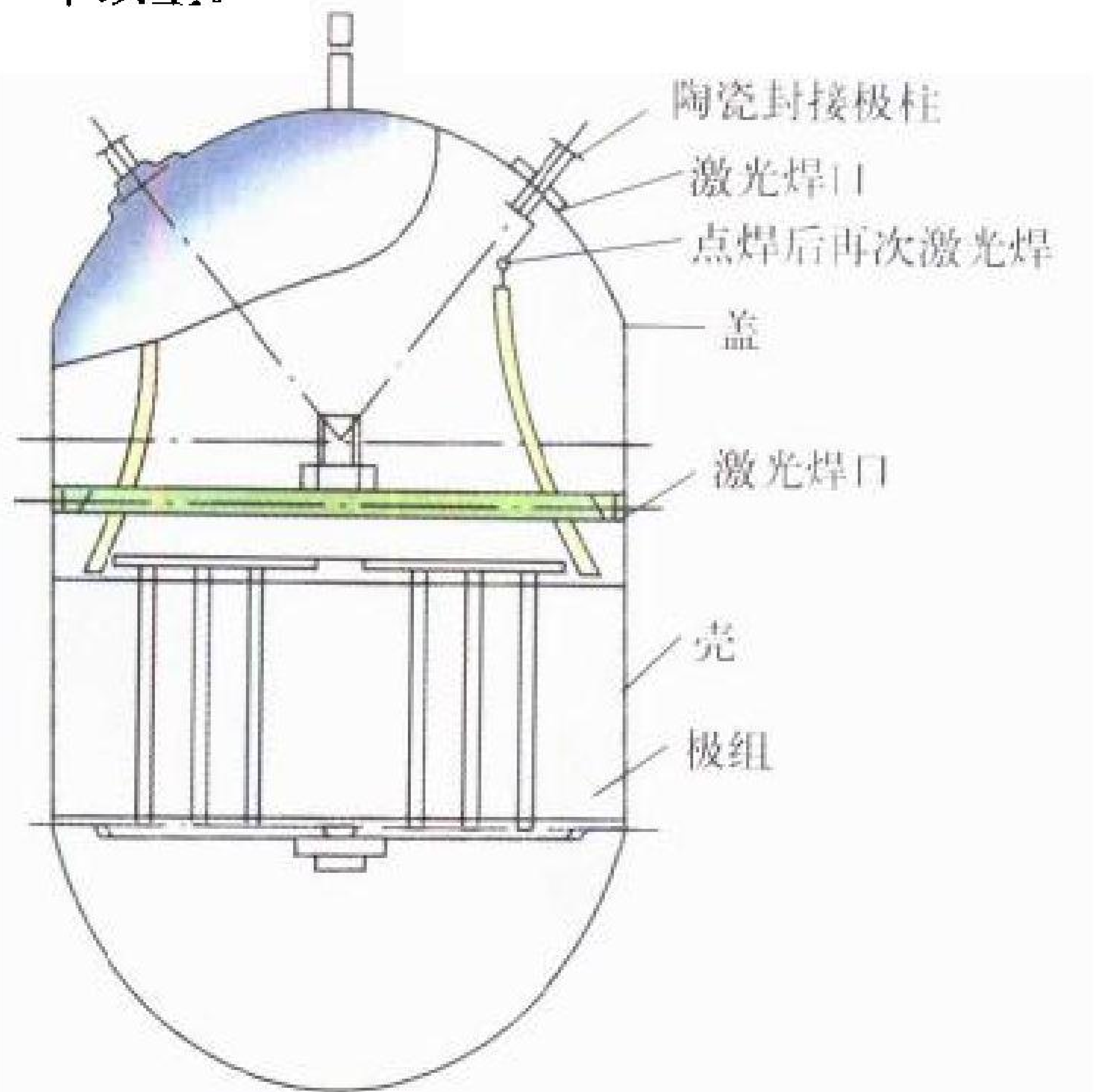
qingnie xudianchi

**氢镍蓄电池** hydrogen nickel battery 一种正极为氧化镍电极、活性物质为NiOOH；负极是Pt催化电极、活性物质为$H_2$；电解液是KOH水溶液的全密封蓄电池。其反应原理如下



$$NiOOH + \frac{1}{2} H_2 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ni(OH)_2$$

过充电时，正极上析出的氧气扩散到负极上，在Pt催化剂作用下，可立即发生复合反应。电池过放电时，氢在正极析出，但可扩散到负极，进行还原反应而消耗。这就是氢镍电池过充电和过放电保护机理，它既保证了电池的安全，又保证了电池的长寿命。氢镍电池结构如图所示，电池外壳是个两端呈半球形高强度的压力容器。目前氢镍电池有四种类型：⑴ IPV电池，即独立容器电池，电压1.2V，每个容器里只有一只电池；⑵ CPV电池，即共容器电池，每个容器里有多个极组串联，电压是1.2 V的倍数；⑶ SPV电池，一个电池组共用一个压力容器，电压为电池组设计电压；⑷ DPV电池，一个电池一个容器，但容器的大面相互靠紧，相互支撑组成电池组，电压为电池组设计电压。氢镍蓄电池已广泛用于同步轨道(GEO)和低轨道(LEO)卫星。氢镍电池与镉镍电池相比，比能量高，可达60 W·h/kg，可以深度放电，在同步轨道卫星中，设计放电深度(DOD)可达70%～80%，而使用寿命可达15年以上。




氢镍电池结构图

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

qingyin xudianchi

**氢银蓄电池** hydrogen silver battery 采用H为负极活性物质和AgO为正极活性物质的一类碱性蓄电池的总称。电池正极是用活性银粉压敷在导电片上制成；负极是具有电化学

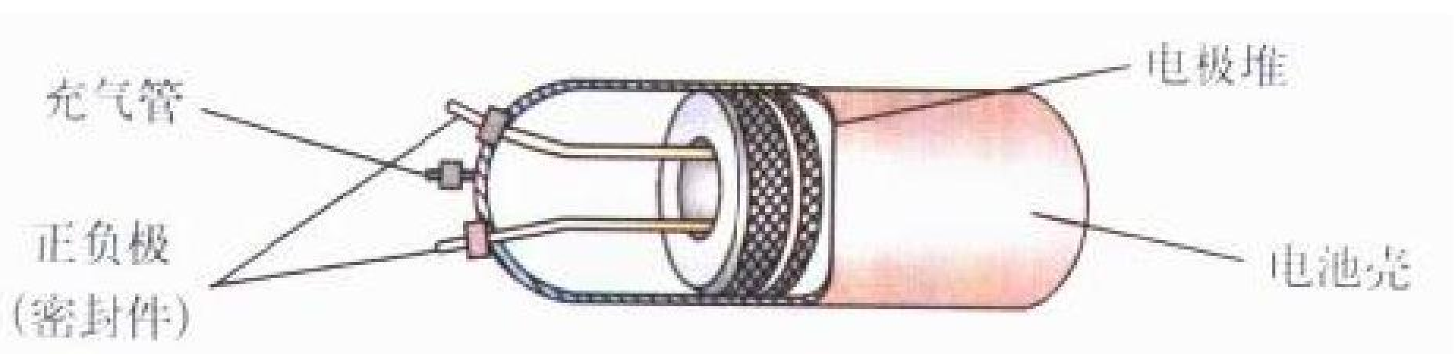
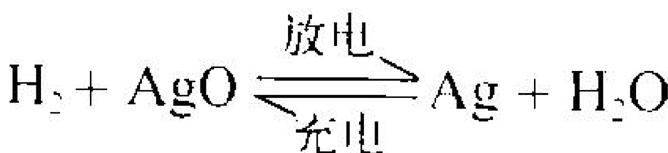



图1 氢银蓄电池结构示意图

催化载体功能并兼有一定贮氢能力的双功能电极，负极边缘套有绝缘圈，正负极之间用非编织亲水性(具有能被水及水溶液电解质所润湿的特性)维尼龙、钛酸钾纤维纸及石棉纸等作无机隔膜；电解液为30%的KOH水溶液；正负极片与隔膜相间压紧形成电极堆；电池外壳用厚度0.4～0.5 mm不锈钢板制成，中间为圆筒形，两端为半球形；电池壳内部有耐碱绝缘涂层，如图1所示。电池电化学反应式为



$$H_2 + AgO \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ag + H_2O$$

电池的开路电压在1.40V左右，工作电压随负载电流的增加而降低，一般在1.2～1.05 V，如图2所示。电池的比能量约

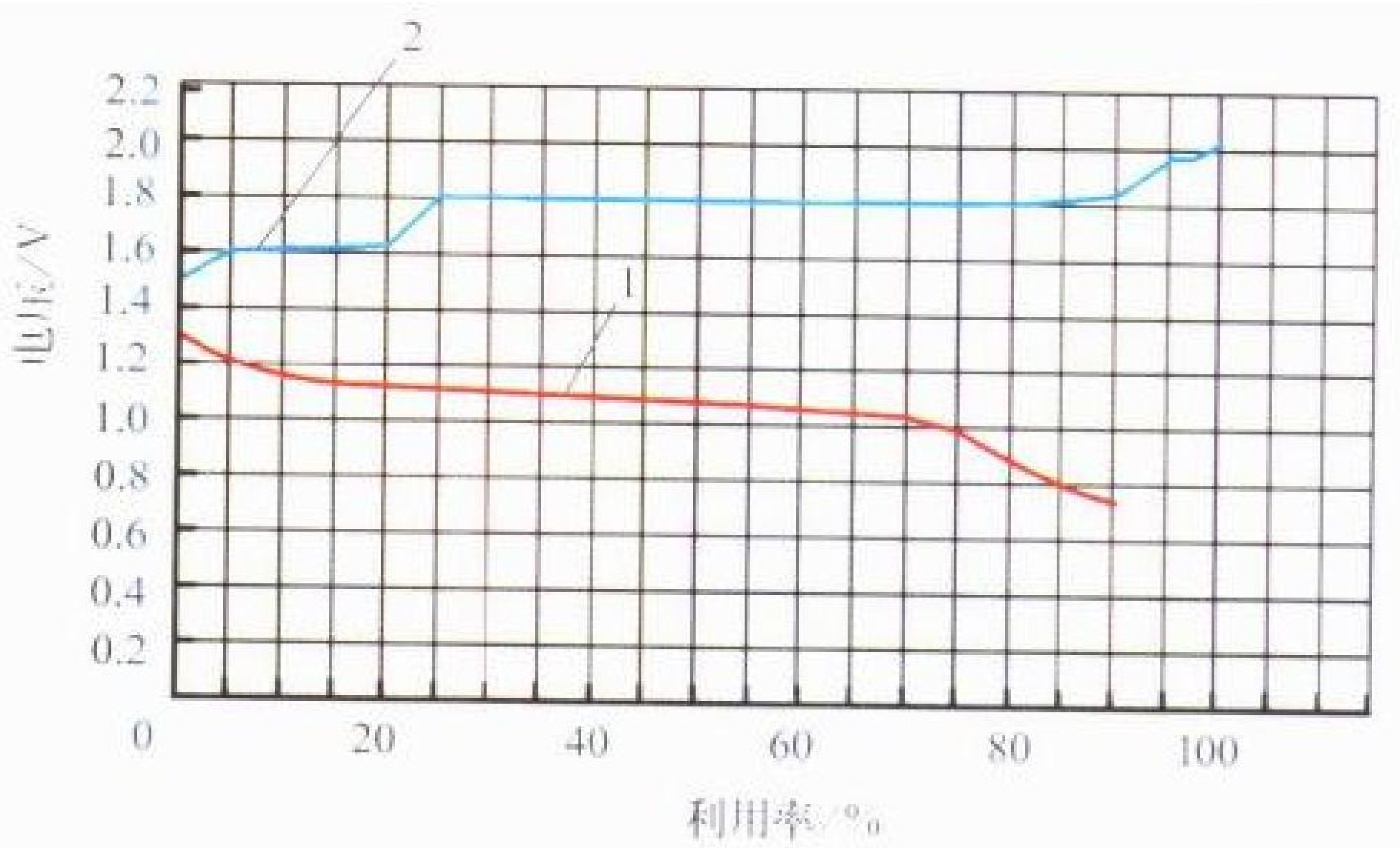



图2 氢银蓄电池充放电特性曲线图

1—放电曲线；2—充电曲线

为75～85 W·h/kg。电池既可以作成单体，也可以在一个壳内作成两个电极堆的电池组。这种电池的特点是结构为全密封型，低温性能好，适合在0～50℃工作；活性物质利用率接近100%；放电深度为75%时，循环寿命可达1000次。放电深度为27%时，循环寿命高达3000次。氢银蓄电池与太阳能发电器匹配构成卫星的能源系统，应用于低轨道卫星。

（撰写：王世达　审订：宋海德）

qingxieyi

**倾斜仪** inclinometer 测量安装基座相对于水平面在某一方向上的倾角的传感器。倾斜仪利用摆所受地球引力始终指向地心的原理来测量倾角。倾斜仪的种类很多，用重力摆、液体开关可构成倾斜仪，用一个单轴加速度也可以构成倾斜仪。用加速度计构成的倾斜仪精度高、响应快、动态范围宽，使用普遍。大多数倾斜仪用于静态倾角测量。需要在动态下测量倾角时，必须采用复合结构，例如增加一个陀螺仪，同时还需要进行大量的补偿以消除动态误差。倾斜仪主要用于雷达调平、火炮及导弹发射架调平、钻探测井、大地测量、地震监测等。

（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

qingbao zhencha xitong

**情报侦察系统** intelligence and reconnaissance system 平时和战时利用各种平台、侦察设备和手段获取敌方情报，并对其进行处理、存储和分发的信息系统。情报侦察系统按情报功能可分为战略情报侦察系统和战役战术情报侦察系统；按运载平台种类可分为地面情报侦察系统、车载情报侦察系统、舰载情报侦察系统、机载情报侦察系统、星载情报侦察系统、弹载情报侦察系统。情报侦察设备有：⑴ 无线电技术侦察(又称信号侦察)设备，它可接收、破译敌方的话音、电报、传真、数据、图像、信号参数等，以了解敌方目标的位

置、分布以及作战计划和意图等；(2) 雷达，可以探测敌方目标的位置、图像、移动等信息；(3) 照相设备，可以卫星、飞机、车船或地面为平台对敌方目标进行照相侦察；(4) 红外设备，可在各种平台上对敌方目标进行测向、定位、成像等侦察；(5) 激光设备，可对敌方目标进行测距、定位等；(6) 敏感设备(震感、磁感、静电感和压感等设备)，可侦察地面运动目标和低空飞行器等。情报侦察系统在现代战争中具有非常重要的作用和地位，故世界各国十分重视情报侦察系统的发展。 （撰写：刘　兴　审订：彭永录）

qiumianbo yu pingmianbo

**球面波与平面波**　spherical wave and plane wave　波阵面(或称波前)为球面的波称为球面波；波阵面为平面的波称为平面波。球面波对应于均匀媒质中点源(或对远区来说局限于一个很小区域的源)辐射的波，其能流沿射径按球面向外扩散。平面波对应于沿该平面法线方向传播能流，其辐射源在实际中是无法实现的。平面波概念的应用有以下两种情况：(1) 当接收点距发射点的电距离(即与波长相比)足够远，来波波阵面上足够小的单元可近似为平面波；(2) 在讨论反射、折射问题中，为匹配边界条件，可能需要将入射波(最简单如球面波)在数学上分解为具有一定角谱的平面元波(在有耗媒质中将出现等相面和等幅面不一致的所谓非均匀平面波)。

（撰写：熊　皓　审订：童志鹏）

qiushan zhenlieshi fengzhuang jishu

**球栅阵列式封装技术**　ball grid array packaging (BGA)　球栅阵列式封装是集成电路的一种封装形式，其电极引出线为半球形或柱状焊料凸点，在封装的基座上排成阵列。芯片可以倒装或正装方式焊于基座上；倒装时采用压球工艺，正装时仍需用 Al 或 Au 丝键合。封装材料有塑料、陶瓷及金属等。BGA 封装通过上述焊球以表面贴装方式实现与电路母板的连接。该技术首先由摩托罗拉公司开发，始用于便携式电话。BGA 技术特别适用于引脚数大的 IC 芯片的封装，是高密度封装的主要发展技术之一。目前高密度 BGA 封装的引脚数已超过 1000，最小的凸点直径仅为 75 μm，间距 125 μm。在此原理上又派生出不少新的 BGA技术，例如带状 BGA (TBGA)、金属BGA (MBGA)、超级 BGA (SBGA)、芯片尺寸封装 (CSP) 及细间距微型 BGA (FPμBGA) 等。

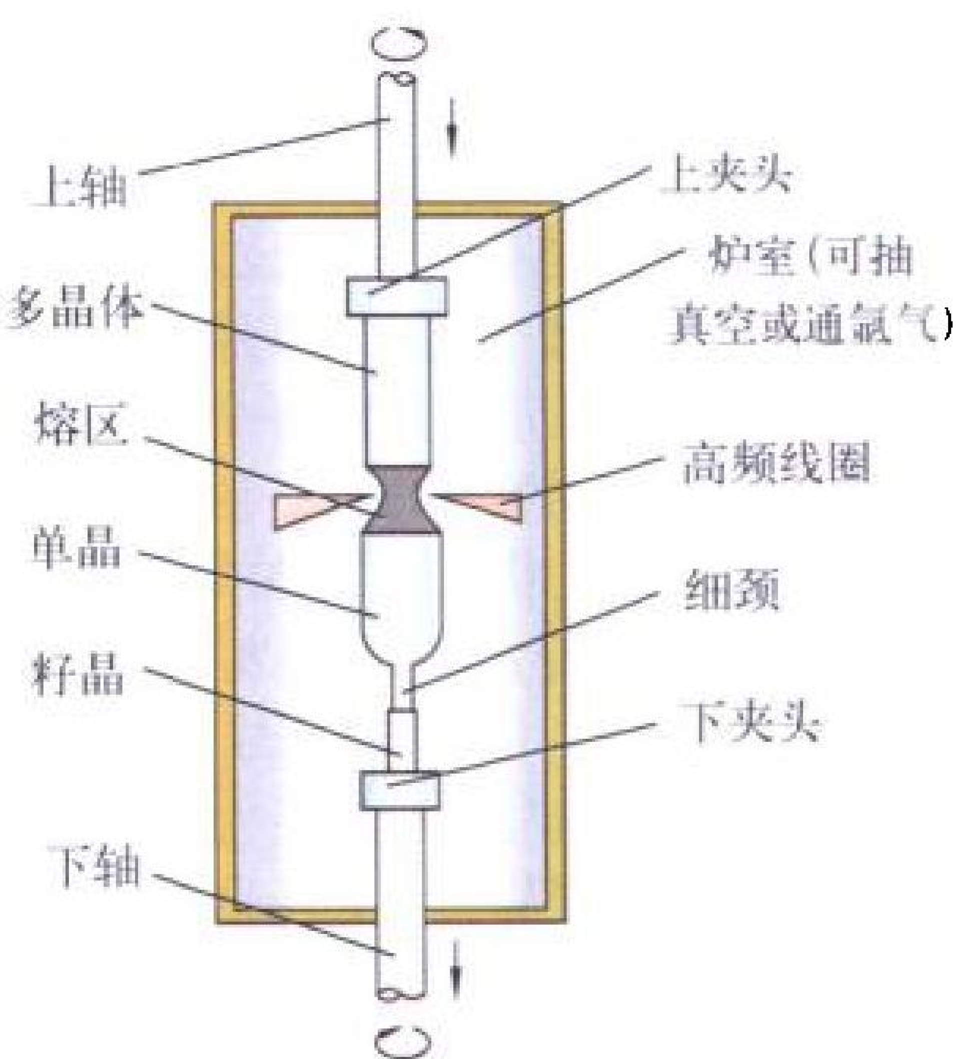
（撰写：陈效建　审订：林金庭）

qufen yewu hulianwang xieyi

**区分业务互联网协议**　differentialed services internet protocol (DS IP)　因特网区分业务工作组 (DSWG) 为解决 IP 网的服务质量 (QoS) 问题而提出的一组标准和机制的建议。DS 是从 IETF 早期的综合业务 (Intserv) 标准发展而来的，它消除了 RSVP 使用上的大部分复杂性。它利用了 IPV4 分组头中的服务类型 (TOS) 八位字段，或者在 IP 分组头前增加一个 8B 的 DS 域，以定义 QoS 参数，称为 DS 码点 (DSCP)。当主机或路由器发送业务进入 DS 网时，每一分组都标记有 DSCP 值。DS 网中的路由器利用该 DSCP 对分组进行分类，并据以实行特定的排队和调度，完成每跳行为 (PHB)。对来自多个流而有相同或相似 QoS 请求的业务，被标记有相同的 DSCP，从而使这些流具有汇集排队或调度行为，减少了处理开销，扩大了网络规模。目前，DSIP 可分为两类：一类为绝对 DS，另一类为相对 DS。绝对 DS 除 PHB 功能外，还在网络入口处设有接纳许可，或阻止行为的部件 (BB)，利用其持有的 DSCP 及不同客户之间定义的业务等级规范 (SLS) 信息，配置本地 DS 域内的路由器，并作出接纳控制判决，以保证 DS 域内及其他相邻域链路上的资源合理准备而不会超支。当资源不能保证某用户提出的要求时，就发出忙音拒绝服务。相对 DS 不存在拒绝服务的问题，而是由网络提供机制，可以按照网络当时的负荷情况，在用户开支或策略允许的情况下，为用户更换至相对更好的服务类，称之为自适应用户/应用。目前，DS 已引起信息技术界的广泛关注，处于发展之中。 （撰写：智少游　审订：汪恩荣）

qurongfa

**区熔法**　zone melting crystal growth method　又称悬浮区熔法。将欲生长单晶的原材料(一般为多晶棒)，直立放置在生长炉中，上下两端用夹具夹持固定，对多晶棒下端局部加热使之熔化形成一熔区，使此熔体与下端的籽晶浸润接触，移动多晶棒或加热器，使熔区自下而上缓慢移动，多晶棒不断地熔化—再结晶，当熔区移出多晶棒上端，即完成单晶生长。设备如图所示。本方法不使用坩埚，熔区靠熔体自身的表面张力维持，加热方法有高频感应加热、弧光聚焦加热、电子束加热、等离子体加热等。优点是不使用坩埚，减少了外来杂质沾污，如结合生长单晶前的区域提纯，可获得高纯单晶材料。



区熔法生长单晶原理

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

quyu daohang

**区域导航**　regional navigation (RNAV)　在航空中一种适应于任意划定的航路的导航方法。一般情况下伏尔/测距器地面台都沿航路设置，此时飞机只需显示相对于导航台的位置(方位和距离)即可沿航路飞行。然而也有航路划定为不穿过伏尔/测距器台，而是从其一侧穿越的情况，此时飞机上不仅要有伏尔/测距器机载设备，还要有区域导航设备，用以计算出空中飞机的地理位置，从而使之能沿航路飞行。在区域导航的情况下，由于伏尔/测距器系统和区域导航设备均有误差，为了使飞机保持在规定宽度的航路内飞行，对测距器的机载设备和区域导航设备的精度均有特定的要求。在非精密进近时，也可以使用 RNAV，此时除了要规定 RNAV 系统的精度和完好性之外，还规定要具备必要的净空条件。随着卫星导航及其他有大范围覆盖的导航系统的发展，实现 RNAV容易多了，因为这些系统本身即产生飞机的地理位置信息。新航行系统需要 RNAV，RNAV 的能力为便捷地修改航路，甚至实施所谓自由飞行奠定了基础。

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

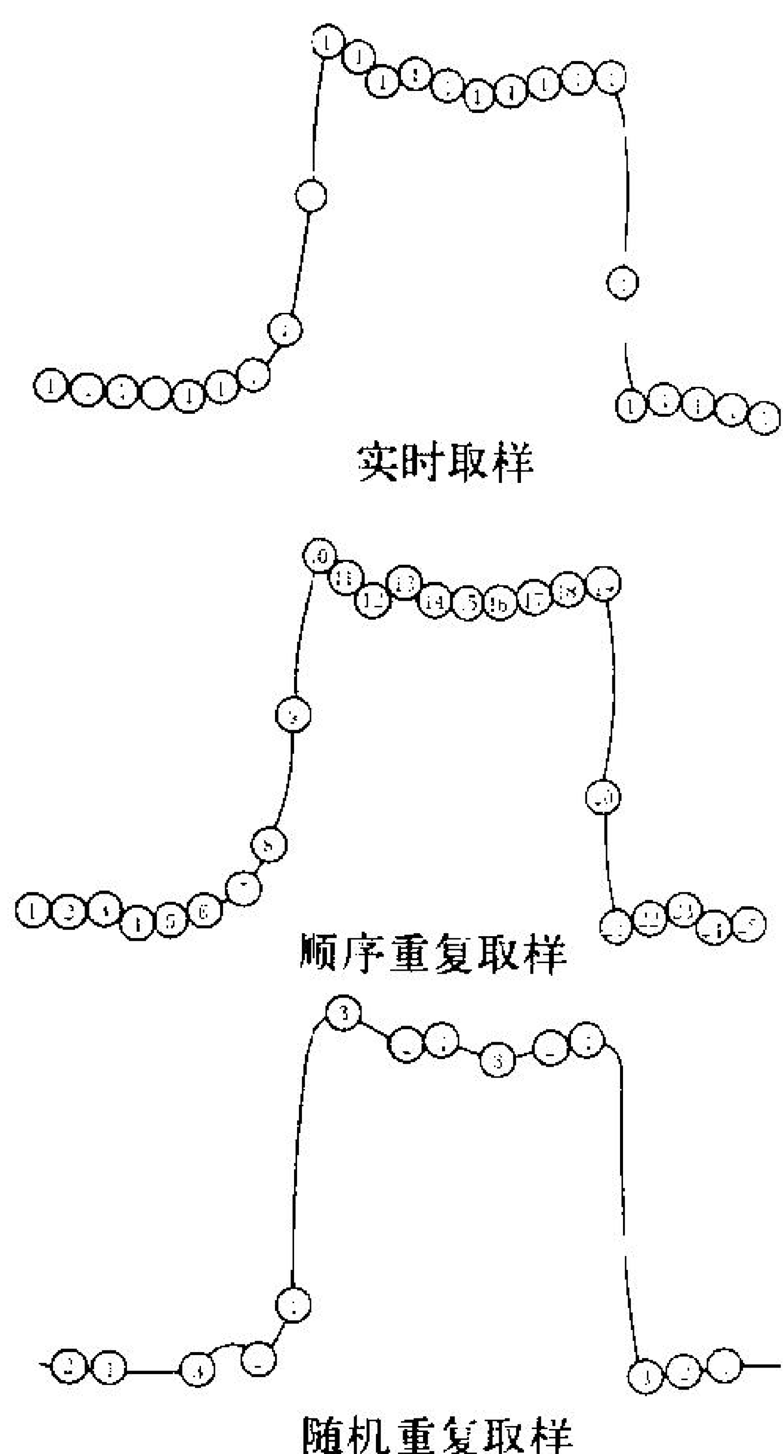
quyu zonghe tongxin xitong

**区域综合通信系统**　regional integrated communication sys-

tem (RICS) 在战区或更大区域范围内，陆、海、空和二炮等不同建制的部队遂行战役规模合成作战所需的通信网络。它既不同于而又涵盖了通常所说的"军区通信"或"战区通信"。由于高技术局部战争决策层次高、作战协调问题突出、情报来源广泛、后方保障复杂，以致通信的区域远大于"战争区域"，其通信保障范围不仅包括现实的"战区区域"，还涵盖战区以外而进行联合作战的海军、空军、炮兵部队以及友邻战区的有关区域。服务对象不仅包括战区内的陆、海、空三军和炮兵部队，还包括临时进入战区的作战支援和勤务支援部队。区域综合通信系统必须适应现代化作战需求与作战环境。 （撰写：智少游 审订：汪恩荣）

quyang yu quyanglü shuzi shiboqi

**取样与取样率（数字示波器）** sampling and sampling rate (digital oscilloscope) 数字示波器抽取信号的过程称之为取样，而取样时钟的频率就称为取样率。实现取样的方法有"实时取样"、"顺序重复取样"和"随机重复取样"三种。实时取样是信号采集技术的最直接方法。在这种方式下，示波器根据一次触发事件连续地捕获被测波形的取样数据，在屏幕上显示波形的每个点都是在一次取样周期中获取的。它可以完成单次非重复信号的捕捉。实时取样有三个特点：(1) 示波器先将一段完整的波形数据存入存储器，然后再进行显示和分析；(2) 在触发事件前，示波器就开始对信号进行连续取样；(3) 自动完成多信号的同时捕获。随机重复取样是对被测信号反复进行实时取样，但每一个取样值都被单独地显示在屏幕上，在两取样点之间不作插值。仪器在每次取样时，都会在触发点与取样时钟之间加一个随机的时间间隔 $\Delta t$，所取样的数据以间隔 $\Delta t$ 为点的形式显示在屏幕上。如果在被测波形采集点之间填充若干点，则取样点之间的距离会变小，显示的波形会更平滑，相当于提高了取样速率。随机重复取样对非重现瞬态信号是无能为力的。序列重复取样只取屏幕上能显示到的取样点，从而提高波形显示速度。这种取样方法一次触发只取样一个点，但每次取样的触发延时 $\Delta t$ 可精确调整，在完成一次取样之后，触发延时增加一个很小的量 $\Delta t$，这种单次取样过程会不断重复直到整个波形显完为止。数字示波器的三种取样原理如图所示。

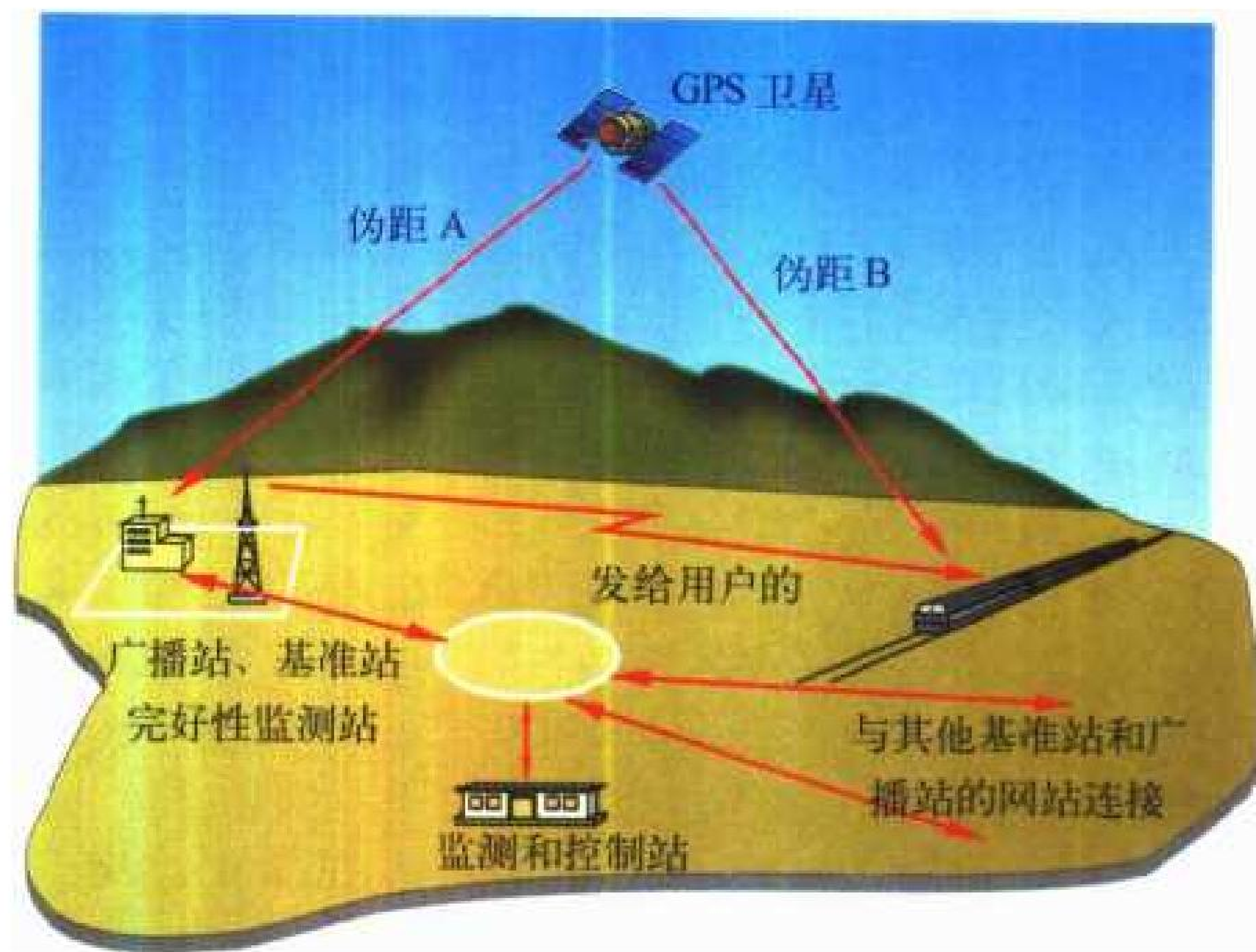



数字示波器的三种取样技术示意图
（取样点的数字表示取样是在哪次触发信号获得的）

（撰写：陈光禹 审订：顾亚平）

quanguo chafen GPS

**全国差分 GPS** nationwide differential GPS (NDGPS) 美国正在建设的覆盖全美大陆的局域差分服务网。其系统结构与美国海岸警卫队的海用DGPS 相似。NDGPS 与海用 DGPS 一起将可为全美大陆及其沿海地区提供高精度的差分 GPS 定位服务。NDGPS 的基准站在 285 ~ 325 kHz 的海用无线电信标频段以 MSK 调制方式广播 GPS 的伪距校正值。差分电文采用 RTCM SC-104 标准，数据平均 2.5 s 更新一次。地面差分 GPS 用户可获得精确的三维位置和速度，水平定位精度优于 10 m。NDGPS 完好性监测系统实时监测 GPS 卫星和 NDGPS 系统的健康状况，当系统误差超出保护门限时，用户将在 6 s 内获得报警信息。NDGPS 服务计划于 2002 年 2 月1日达到初始工作能力，即系统能够用满足精度和完好性要求的差分信号对全美大陆提供单重覆盖。预计于 2003 年 12 月31 日达到全面工作能力，即满足海用 DGPS 标准，并能对全美大陆以及阿拉斯加和夏威夷的选定区域（如交通线路）提供信号的双重覆盖，而对阿拉斯加和夏威夷的其余区域提供信号的单重覆盖。信号双重覆盖区域的服务可用性为 99.9%，单重覆盖区域的可用性为 99.7%。火车控制、智能交通系统和精密农业都可以从 NDGPS 服务获益。




全国差分 GPS (NDGPS)

（撰写：丁群 审订：邱致和）

quanqiu daohang weixing xitong

**全球导航卫星系统** global navigation satellite system (GNSS) 国际民用航空组织 (ICAO) 提出的、逐步由多种民用卫星导航系统组成的全球导航系统。其大致发展思路是：开始暂时使用 GPS 或 GLONASS 的民用信号；第二步是 GPS 和 GLONASS 综合使用；第三步是发展增强系统，如广域增强系统 (WAAS)、欧洲静地星导航重叠服务 (EGNOS) 和日本的利用多功能交通卫星的星基增强系统 (MSAS) 等；第四步，在其中加入民用卫星导航系统；第五步，完全由民用卫星导航系统组成。与此同时，欧洲有一种与国际民用航空组织有联系又有区别的 GNSS 提法，它分为两个阶段，即 GNSS-1 和 GNSS-2，分别指第一代 GNSS 和第二代 GNSS。GNSS-1 是 GPS 和 GLONASS 的民用星基增强系统，即欧洲静地星导航重叠服务 (EGNOS)。GNSS-2 在欧洲空间局、欧洲委员

会和其他官方机构主持下，经多年的研究，已确定要建立的由欧洲控制的伽利略(Galileo)卫星导航系统。

(撰写：丁 群　审订：邱致和)

quanqiu dili jizhun xitong

**全球地理基准系统**　world geographic reference system (GEOREF)　被用于飞行器导航。GEOREF以纬度和经度为基础，全球被分为12个纬向区带和24个经向区带，每个区带为15°。12个纬向区带分别用A～M(除I以外)表示，24个经向区带分别用A～Z(去除I和O)表示。如图1所

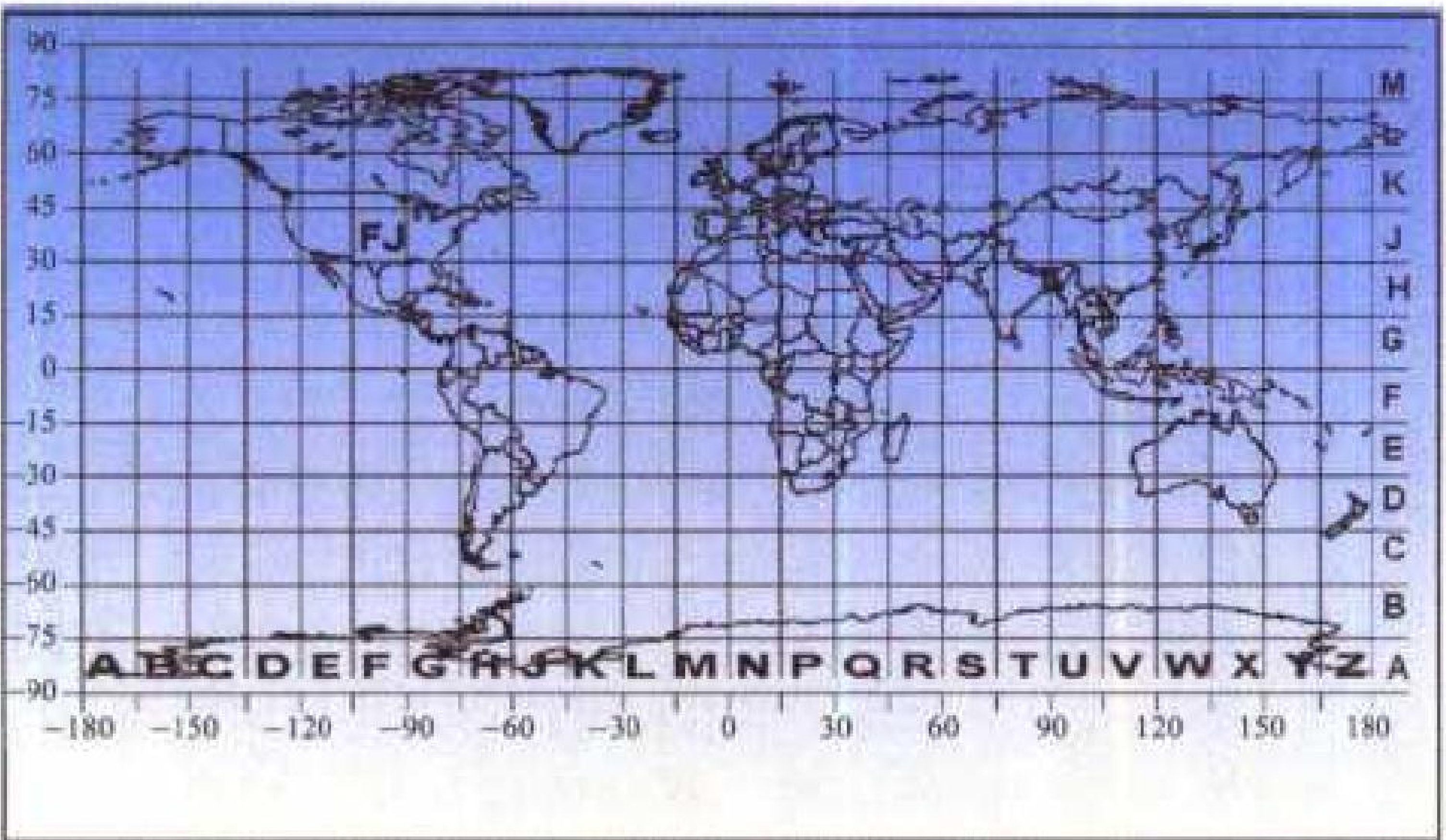


图1 全球地理基准系统(GEOREF)

示。这些15°地区进一步分为以1°为单位的小区，分别用A～Q(去除I和O)15个字符识别，如图2所示。对1°间隔

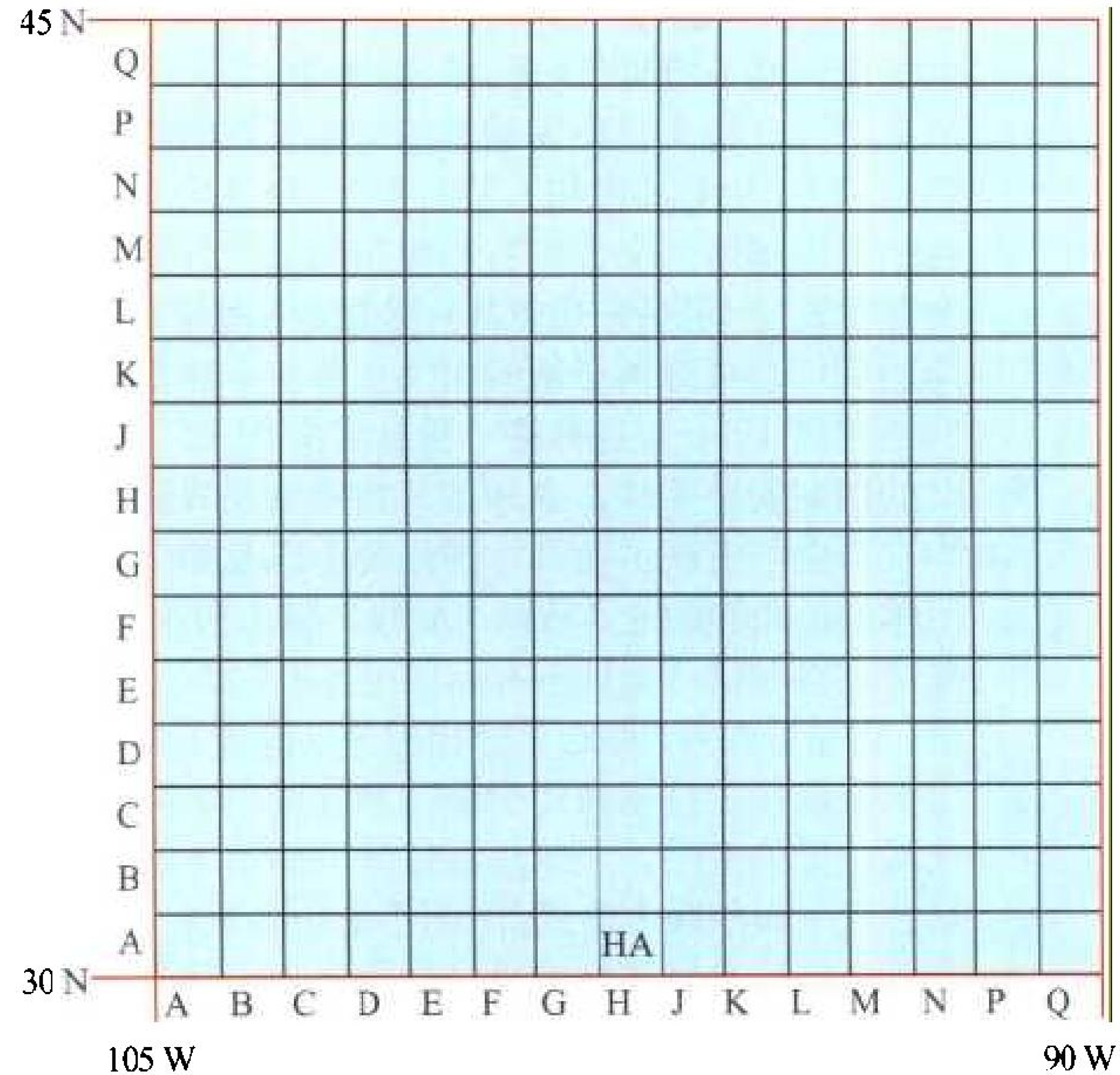



图2 15°地区分为1°小区

的四边形用两个数字字符指明经度东向整数分，另两个数字字符指明纬度北向整数分。例如位置(N 30° 16′ 28.82″，W 97° 44′ 25.19″)在GEOREF坐标系中可表示为FJHA 1516。

(撰写：丁 群　审订：邱致和)

quanqiu dingwei xitong

**全球定位系统**　global positioning system (GPS)　全称利用测距和计时的全球导航定位系统，又称导航卫星全球定位系统，简称GPS。美国的天基无线电定位、导航和授时系统。GPS能在全球范围、全天候地为陆地、航海、航空和航天用户(数目无限)提供精确的三维位置、三维速度和时间信息。GPS由三部分组成，包括空间星座(24颗以上)部分、地面控制部分和用户接收设备部分。运动着的卫星不断向地面广播自己的位置和信号发射的时间。用户接收机测量出收到卫星信号的时间，便能求出距卫星的距离，用户利用多颗卫星的距离信息便能求出自己的位置和时间量。地面控制部分不断监视和测量卫星广播的位置与时间信息的误差，并加以校正，以维持精确性。GPS是军民两用系统，它提供两种级别的定位服务，即利用C/A码的标准定位服务(SPS)和利用P(Y)码的精密定位服务(PPS)。标准定位服务(SPS)对全球用户免费开放，精密定位服务(PPS)只供军方和其他已获得授权的用户使用。GPS的可用性为99.85%。定位更新率主要取决于GPS接收机的性能，通常为1～20次/秒。目前GPS已广泛应用于航空、航天、航海、陆上车辆、测绘、勘探、授时等领域。GPS的军事应用包括，各种军用卫星、航天发射器；各种军用飞机、海面舰船、潜艇；地面军用车辆、步兵、炮兵、导弹阵地、洲际导弹、巡航导弹以及精确制导炸弹。

(撰写：丁 群　审订：邱致和)

quanqiu dingwei xitong duikang

**全球定位系统对抗**　GPS countermeasures　使用电子技术手段削弱、破坏、摧毁敌方GPS导航系统的使用效能，并保证己方导航系统效能的战术技术措施和行动的总称。该系统是美国部署的一种卫星导航全球定位系统，包括导航卫星、地面监控站和用户接收设备三部分，能在全球范围内为陆海空天用户提供连续准确的位置、速度和时间信息。由于



GPS导航定位示意图

它广泛用于各类武器系统，已成为现代战争中实施精确指挥控制、精确打击和精确兵力投送的关键设备。GPS对抗包括干扰和防护两方面，即对GPS系统的三个组成部分之一实施电子干扰，通常对用户接收设备实施干扰比较容易；GPS的防护主要采用自适应调零天线、在接收机中加入抗干扰处理技术、将GPS与惯性导航组合起来、提高GPS接收机在干扰环境中的信号捕获能力等。(撰写：王 燕　审订：索以宾)

quanqiu jiaotong guanzhi xitong

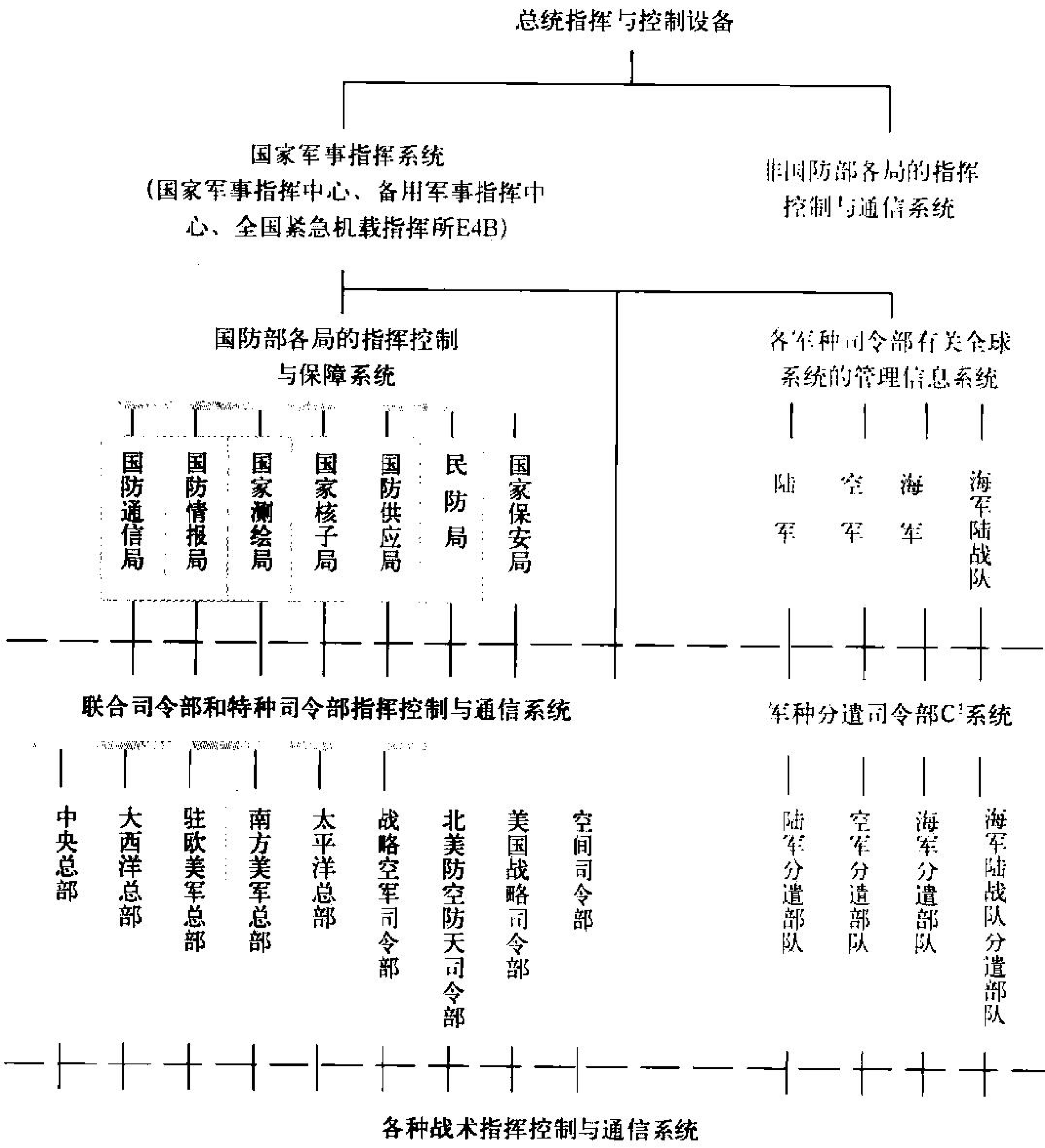
**全球交通管制系统**　global traffic control system (GTC)　美国对外空目标(卫星和飞船等)实施交通管制的计划设想。现在外空目标，包括废弃物有8000余个。21世纪初将有大量军用和民用空间发射，由于外空目标的数量急骤增加，将造成空间拥挤和频率(上下行信息链路的频率)拥挤。外空目标发射次数和再入返回次数的增加，还将使外空目标和飞机之间相互碰撞的概率增大。在空间发射、在轨运行和再入返回等过程中，为确保卫星、飞船和飞机的安全航行，以及合理使用空间资源和频率资源，必须对外空发射、在轨运行及再入返回等进行全球交通管制，进行空间资源和频率资源的合

理分配，制定空间交通规则，并监督和协调全球交通管制。美国航天司令部要求美国国防部、运输部、联邦航空管理局、民用、美国商业和航天发射机构，以及国际交通管制组织之间进行合作，确保达到指挥卫星要求的频率。使航天司令部作战指挥管理部门与政府机构和商业利益团体进行协调、一体化近实时的对空间进行调度，就像目前的空中交通管制系统那样，使正在空间运行的以及往返太空的航空器，能安全而有序的飞行，减少甚至避免发生空间碰撞。

（撰写：郑树人　审订：刘　兴）

quanqiu junshi zhihui kongzhi xitong

**全球军事指挥控制系统**　worldwide military command and control system (WWMCCS)　从1962年开始由美国各军种独立建设的全球军事指挥控制 $C^3$ 系统。其系统组成如图所示。WWMCCS 的各个组成部分为 NCA（国家指挥当局）提供可能的或实际的敌方行动信息、敌友兵力状态、以及危机事件的有关信息，使它可以决定对美国军事部队行动的需要，并商定传播命令给那些部队。NCA 包括国家军事指挥中心、备用国家军事指挥中心、国家紧急机载指挥所（E－4B）。WWMCCS 包括战略 $C^3$ 系统、战区 $C^3$ 系统和战术 $C^3$ 系统。由于该系统是由各局、各战区及各军兵种分别建设，因此，系统间不能互联互通，资源和信息不能共享，缺乏统一的安全保密措施，整体作战效能低，不能适应较低级别的作战要求。WWMCCS 已由全球指挥控制系统（GCCS）替代。

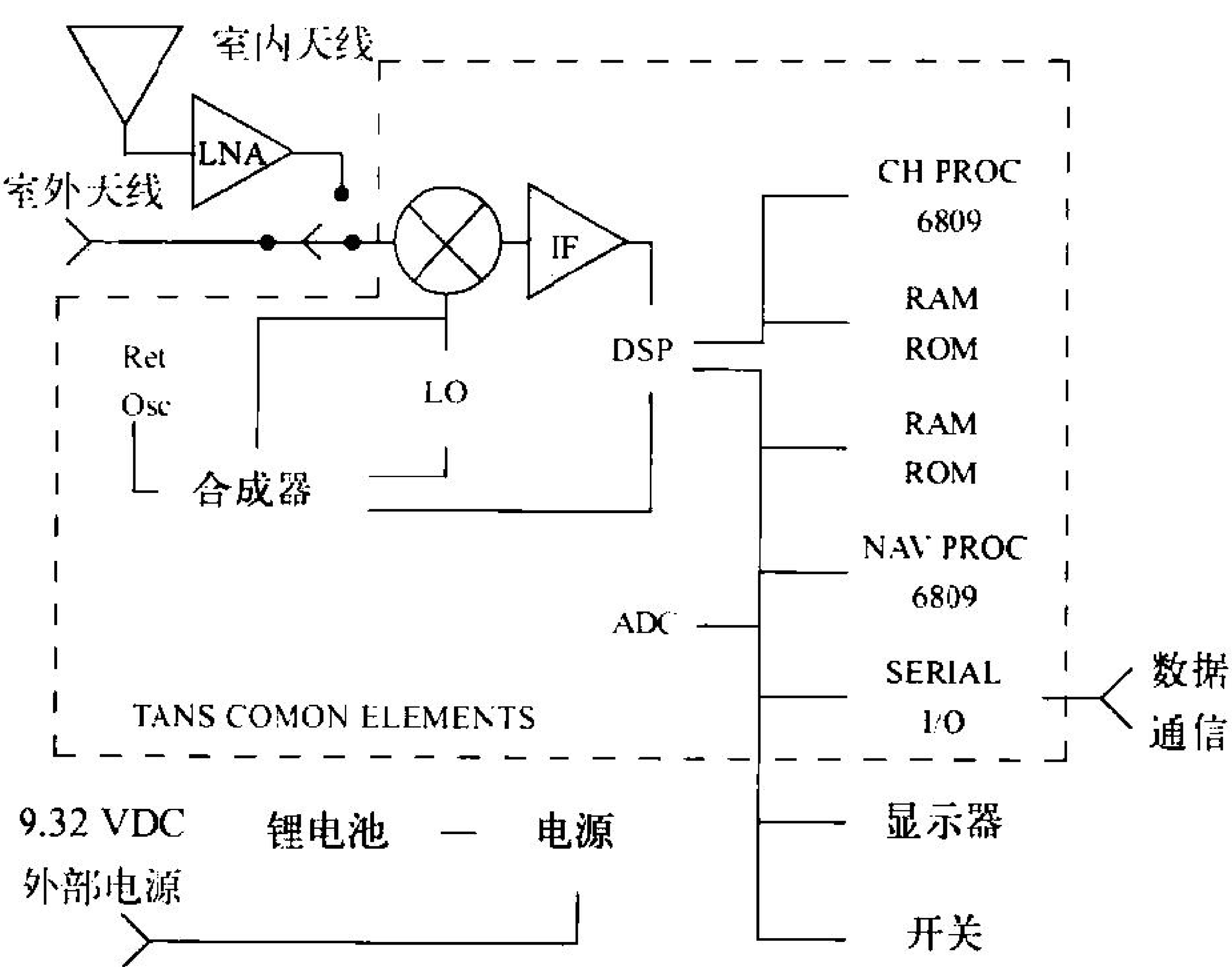



全球军事指挥控制系统组成图

（撰写：李天恩　审订：薛成铭）

quanqiu weixing dingwei xitong jieshouji qianduan

**全球卫星定位系统接收机前端**　GPS receiver front-end　用于接收全球卫星定位系统微弱信号的微波低噪声放大变频组件。它由微波低噪声单片放大器、频率合成器、本振、混频器和中频放大器等组成（如图所示）。图中 GPS 右边均为 Si VLSI、左边为 GaAs MMIC。GPS 接收机用于地面、空中和海洋移动物体可以获得物体本身的精确位置、移动速度和时间的近实时信息，在军事和民用两方面已获得广泛的应用。




GPS 接收机框图

（撰写：林金庭　审订：金毓铨）

quanqiu xinxi geshanwang

**全球信息格栅网**　global information grid　全球信息格栅网是为搜集、处理、存储、分发和管理战斗员、决策者及支援人员所需信息的全球互联的端对端的信息能力、相关过程和人员的集合。全球信息格栅网包括美国国防部全部拥有和租用的通信计算机系统及服务软件（包括应用软件）、数据、保密业务和其他为达到信息优势所必须的相关业务。全球信息格栅网还包括 1996 年克林格—科恩法案 5142 节中所定义的国家安全系统。全球信息格栅网在战时和平时均支持全部美国国防部、国家安全以及相关的情报团体的使命和职能（战略、战役、战术和业务）。全球信息格栅网可提供所有运作地点（基地、站所、营地、台站、机构、移动平台和部署场地等）的信息能力。全球信息格栅网还为盟国和非美国国防部用户及系统提供对接。全球信息格栅网由美军参谋长联席会议下属的联合参谋部（而不是由各军种）牵头建设。全球信息格栅网的设计和管理将由联合参谋部下属的 $C^4$ 处（J6）和国防部长办公室负责。全球信息格栅网将首先在太平洋战区司令部进行实验，经完善后再向其他战区




全球信息格栅网系统参考模型图

推广。全球信息格栅网系统参考模型见图。

（撰写：刘兴　审订：彭永录）

quanqiu xinxiqiu

**全球信息球** global infosphere 可以为美国“武士”（指挥员、战斗员）在世界任何地方提供联通的全球军事和商业通信网络环境。根据美国参谋长联席会议提出的“武士”$C^4I$ 概念，美国新建的 $C^4ISR$ 系统应该给“武士”提供：(1) 精确和完整的作战空间图像；(2) 实时和详尽的作战任务；(3) 清晰的敌方目标视图。根据这些要求提出的全球信息球将为“武士”提供无缝的端到端接入，提供能联通所有 $C^4I$ 单元、网络以及可信的信息源的计算机、通信程序。为在信息爆炸的时代防止信息淹没“武士”，就需要信息融合中心。信息融合中心接受和综合所有信息源、多媒体和多格式信息，给出可靠的、安全的，如同单一信息源给出的信息。为使全球信息球“即插即用”，必须具有良好的互操作性，可以通过空中、陆地、海上和空间不受限制的信息流支持所有战斗和战斗勤务功能，并通过国防部信息基础设施倡议来实现。全球信息球包括各种信息源、融合中心和分发系统等 $C^4ISR$ 资源。

（撰写：曹建文　审订：刘兴）

quanqiu yidong tongxin xitong

**全球移动通信系统** global system for mobile (GSM) 一种采用时分多址方式的陆地公众数字蜂窝移动通信系统。1982 年欧洲邮政电信委员会 (CEPT) 提出研制一种泛欧数字移动电话技术标准 GSM (group special mobile)；1990 年，GSM 第一期规范确定，系统试运行；1991 年系统正式投入商用，并把GSM 更名为全球移动通信系统。GSM 是目前全球用户最多、使用国家最多的移动通信系统。GSM 的主要特点是：具有开放的接口和通用的接口标准；用户卡 (SIM 卡) 为用户提供权力的保护和传输信息的加密；支持电话、数据、短消息、可视图文、传真、紧急呼叫等多种电信业务、承载业务和补充业务；具有跨国漫游能力；频率重复利用率高；组网灵活方便等。GSM 推广应用到 1.8 GHz 频段的系统称为 DCS 1800。GSM 的主要技术指标如表所示。

**GSM 系统主要技术指标**

| 系统特性 | 技术指标 | 系统特性 | 技术指标 |
|---|---|---|---|
| 工作频率 | 前向 935～960 MHz<br>反向 890～915 MHz | 每载波码元速率 | 270.833 kb/s |
| 双工方式 | FDD | 载波频道间隔 | 200 kHz |
| 双工间隔 | 45 MHz | 调制方式 | GMSK (BT = 0.3) |
| 多址方式 | TDMA | 话音编码方式 | 13 kb/s RPE-LTP 码 |
| 每载频信道数 | 8 | | |

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

quanqiu zhihui kongzhi xitong

**全球指挥控制系统** global command and control system (GCCS) 全球指挥控制系统是美国综合 $C^4ISR$ 系统及国防信息基础设施的重要组成部分——指挥控制部分。美国从 1962 年开始建设全球军事指挥控制系统（WWMCCS）。由于 WWMCCS 工程庞大，建设费用和运行费用十分昂贵，不适应中低级别的联合作战，互操作性差，信息不能共享，更不适应信息战的要求。为实现“武士”$C^4I$ 发展计划，美国于 20 世纪 90 年代初着手建设的全球指挥控制系统，并逐步取代 WWMCCS。全球指挥控制系统要求可互操作、资源共享、高度机动、无缝连接任何一级 $C^4I$ 系统和高生存能力。全球指挥控制系统是采用开放式客户机/服务器模式的分布式网络系统，其系统规范为：DODIIS，Unix (Posix)，TCP/IP Ethernet，X-Windows，显示管理软件 Motif 及分布式关系数据库等。编码标准为：C、C⁺⁺、Ada 及改进的第四代语言等。系统的核心功能是：应急计划、兵力展开、空中作战、情报、陈述信息等。全球指挥控制系统除上述公用部分外，还包括各军种的专用计划：(1) 陆军专用“企业”计划，这是陆军全球指挥控制系统，包括陆军战术 $C^2$ 系统 (ATCCS)、公用硬件和软件Ⅱ(CHSⅡ)、标准战区陆军 $C^2$ 系统 (STACCS)、支持基地信息业务 (SBIS)、作战业务支持控制系统 (CSSCS)；(2) 空军“地平线”计划，包括：统一局域网结构（ULANA Ⅱ）、全球运输网（GTN）、突发事件现场行动计划系统 (CTAPS)、先进战术机载侦察系统 (ATARS)、突发事件作战机动性计划和执行系统（COMPES）、大陆运货管理系统 (CFMS) 等；(3) 海军“奏鸣曲”计划，包括联合海上指挥信息系统 (JMCIS)、哥白尼战术信息交换系统和战术指挥中心等；(4) 海军陆战队专用计划，包括海军陆战队战术指挥控制系统 (MTACCS) 等；(5) 联合全球指挥控制系统计划，包括全球运输网、资源状况和训练系统 (SORTS)、国防部联合作战计划和执行系统 (JOPES)、资源状况和训练系统 (SORTS) 及全球运输网的综合集成等。全球指挥控制系统 (GCCS) 目前正在建设中，其前期工程 1996 年下半年开始取代 WWMCCS，90 年代末已完全取代 WWMCCS 功能，21 世纪初将完全实现“武士”$C^4I$ 发展计划对指挥控制系统要求的目标，由示范系统过渡到目标系统。

（撰写：李天恩　审订：薛成铭）

quanqiu zuozhan zhichi xitong

**全球作战支持系统** global combat support system (GCSS) 利用全球信息基础设施 (GII) 实现各类作战支援部门如人事、后勤、财务、采办、医疗等部门之间的信息共享。进而与指挥控制部门实现信息共享的典型分布式军事信息系统。是美国从其全球战略出发，在建立全球指挥控制系统 (GCCS) 的同时，正在建立的全球作战支持系统，实现对作战的各类支援保障活动的横向综合与协调。例如，美国国防部长 1998 财政年度报告中，全球作战支持系统实现了作战支援信息与指挥控制信息在公共战图 (common operation picture，COP) 上的集成。这种基于作战支援环境 (combat support environment，CSE) 的公共战图 (COP/CSE) 能为联合作战特遣部队提供编入特遣部队的各级单位的各类信息，包括对战备信息和对各级部队、武器平台、机场、港口等情况的查询功能等。全球作战支持系统将实现对各类战斗支援图形信息的获取、融合与集成，从而可为战场指挥官提供战场和各类战斗支援的综合画面。到 1999 年，全球指挥控制系统有 37 个具有基本作战指控能力的基地（节点）已使用全球作战支持系统网络。

（撰写：赵宗贵　审订：刘兴）

quanxi guangxue yuanjian

**全息光学元件** holographic optical device 又称全息透镜。具有各种光学元件功能和各种光学变换作用的全息功能元件的统称。例如，由一束单色平面光波和一束单色球面光波干涉形成的菲涅尔波带片，具有光学透镜的成像功能。用光学全息术方法和电子计算机产生全息图方法能够制成各式各样的全息透镜，诸如各种光学变换器和空间滤波器。同普

通光学元件相比，它的重量轻、孔径大，多种光学元件的功能可由一块全息透镜完成。尤其是它能够实现普通光学元件不能实现的功能，如复数空间匹配滤波器。它的另一特点是其性能与所使用的光波长有关。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

qunlu jiami

**群路加密** bulk encryption　对若干路通信的数字信号合并后形成的群路信号进行整体加密的措施。在一般时分多路（TDM）通信系统中（如图1所示），若干路速率较低的用户数




图1 时分多路通信系统

字化语音、数据等信号通过复分接器被合并成一路高速的比特流，并在其间插入适当的帧同步信号，然后送给传输设备，经过微波、散射、光纤、卫星等信道传送给收方。收方传输设备将收到的高速比特流送给复分接器，复分接器通过帧信号识别可正确地将各路低速数字信号一一分离开来，然后分送给各个用户。这样，使用一条高速信道可实现多用户

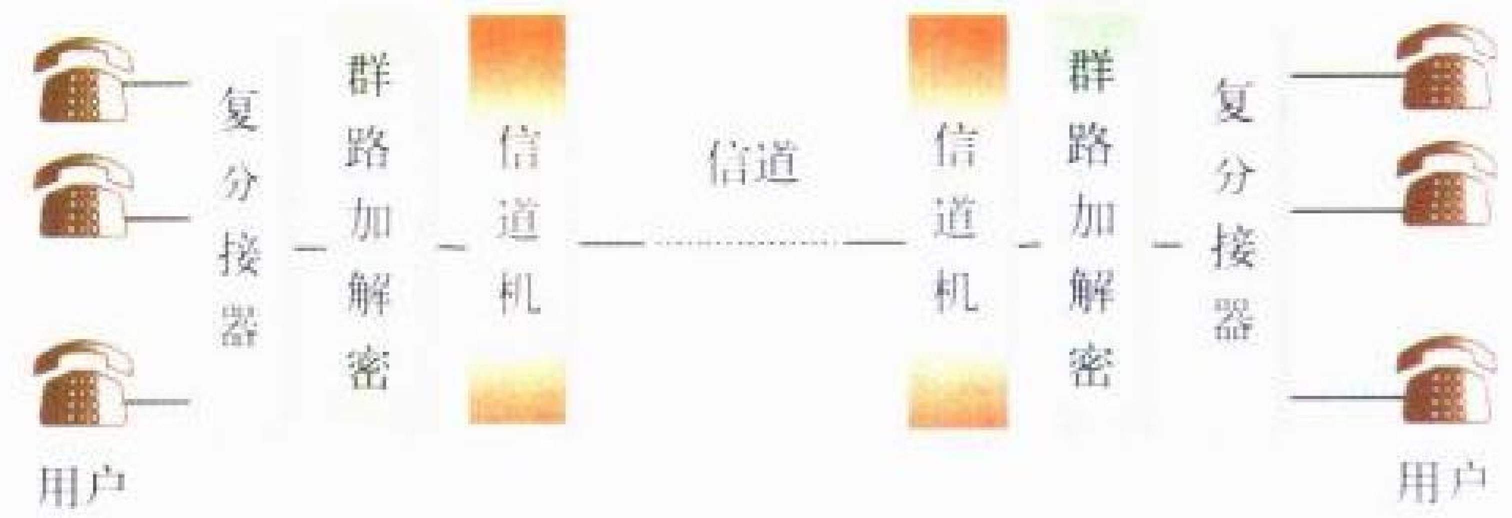



图2 群路加密在时分多路通信系统中的位置

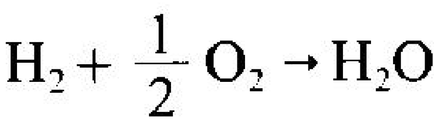
的通信。由于微波、散射、卫星等信道是公开暴露的，敌人很容易截获和侦收传送的信息，所以这样的系统必须加以保护，以防敌人从信道传输的数据中窃取信息，而加密则是最合适的保护手段。群路加密设在复接与传输设备之间，对复分接器输出的合路高速比特流进行加密保护。在发方，它在时钟控制之下，对复分接器送来的TDM信号进行群路整体加密，使其成为一个局外人难于辨认和理解其中内容的加密比特流，在收方，它在时钟控制之下，对已加密的TDM信号进行群路解密，将信道上传送的加密比特流恢复成原始的明比特流，供复分接器分路用。群路加密在TDM系统中的位置如图2所示。

（撰写：关义章　审订：黄月江）




ranliao dianchi

**燃料电池** fuel cell 一种不经过燃烧直接以电化学反应方式将燃料（如氢气）的化学能连续转化为电能的高效、洁净发电装置。输出的电能是化学反应热焓和系统热量变化的净效应，其效率不受卡诺循环限制。它的工作与常规化学电源不同，其燃料和氧化剂贮存在储罐中，发电时，连续不断向电堆输入燃料与氧化剂。$H_2/O_2$ 燃料电池反应式为



$$H_2+\frac{1}{2}O_2\rightarrow H_2O$$

为使燃料电池连续正常工作，除了发电的主体——电堆外，必须具备辅助系统，即：(1) 燃料、氧化剂的供应控制系统；(2) 反应产物水 ($H_2O$) 的排除系统和排热系统等。由于燃料电池所用的燃料、氧化剂、电解质不同，工作条件各异，燃料电池可分成许多种类。目前正在开发的商用燃料电池可分为五大类，如表所示。燃料电池是未来世界绿色能源之一，也是未来世界关键技术领域之一。21 世纪将是燃料电池在技术和成本上取得突破，从特殊应用到商品、产业化至关重要的时期。（撰写：宋海德 审订：汪继强）

**燃料电池的分类、特性与应用**

| 类　型 | 电解质 | 工作温度/℃ | 燃　料 | 氧化剂 | 应用领域 |
|---|---|---|---|---|---|
| 碱性燃料电池 (AFC)<br>(1) 自由电解液型（改进培根型） | 85% KOH | 250～300 | 纯 $H_2$ | 纯 $O_2$ | 载人航天 |
| (2) 多孔基体型（石棉膜） | KOH | 70～90 | 纯 $H_2$ | 纯 $O_2$ | |
| 质子交换膜燃料电池 (PEMFC) | 质子交换膜 | <100 | 纯 $H_2$<br>重整 $H_2$ ① | 纯 $O_2$<br>空气/$O_2$ | 载人航天、电动汽车及分散式电站 |
| 磷酸型燃料电池 (PAFC) | 磷酸 | 200 | 重整 $H_2$ | 空气 | 洁净电站 |
| 熔融碳酸盐型燃料电池 (MCFC) | 碳酸锂＋碳酸钾 | 600～700 | 重整 $H_2$ | 空气 | 洁净电站 |
| 固体氧化物燃料电池 (SOFC) | 氧化钇、氧化锆 | 900～1000 | 重整 $H_2$ | 空气 | 洁净电站 |

① 重整 $H_2$ 可以从天燃气和甲醇等制得。

ranliaohe ranliaopian

**染料盒/染料片** dye cell / dye piece 激光器的被动 Q 开关。存放液体染料的透明盒称为染料盒，掺入染料的片状固体介质称为染料片。有机染料在吸收特定波长高强度激光后出现吸收饱和即漂白现象，从而不再吸收。利用这种饱和吸收效应可制成激光器的 Q 开关。

（撰写：吴永生 审订：梅遂生）

redianchi

**热电池** thermal battery 热激活熔融盐电化学体系一次贮备电池。使用时，利用外部给予的电能或机械能将电池内部的加热系统引燃，瞬间把常温下不导电的固体状态多元无机盐类熔融呈离子型导体，电池进入工作状态。其特点是：熔融盐电解质的比电导率约比水溶液电解质高一个数量级，因此能大功率放电；负电极为碱金属或碱土金属，因而具有高的理论比能量；使用温度宽 (−50～75℃)；机械性能好，可用于苛刻的力学环境；使用可靠性高；激活迅速；贮存寿命长、不需维护等，因此使其成为军事武器装备的理想配套电源，广泛应用于各种精确打击制导武器、核武器、火炮引信、救生等。20 世纪 90 年代后，随着热电池技术的高速发展，其应用范围已逐步扩展到电子对抗、战斗机应急电源和水下兵器等领域。按热电池负极材料可分为钙阳极系列、镁阳极系列和锂合金（或锂）阳极系列三大类。现主要应用的有钙/硫酸铅、钙/铬酸钙、镁/五氧化二钒、锂铝（或硅）/二硫化铁等熔融盐电化学体系。从热电池使用功能特征又可分为：快激活电池，如激活时间小于 0.2 s 的救生电池；短工作寿命功率型电池，如常规战术短程导弹用热电池；中、长工作寿命高比特性型电池，如中远距导弹、水下装备电源；高电压型（大于 200 V）、高过载型电池，如炮弹或炮射导弹用热电池及引信电源等。热电池的代表品种如图所示。




热电池的代表品种

（撰写：黄来和 审订：宋海德）

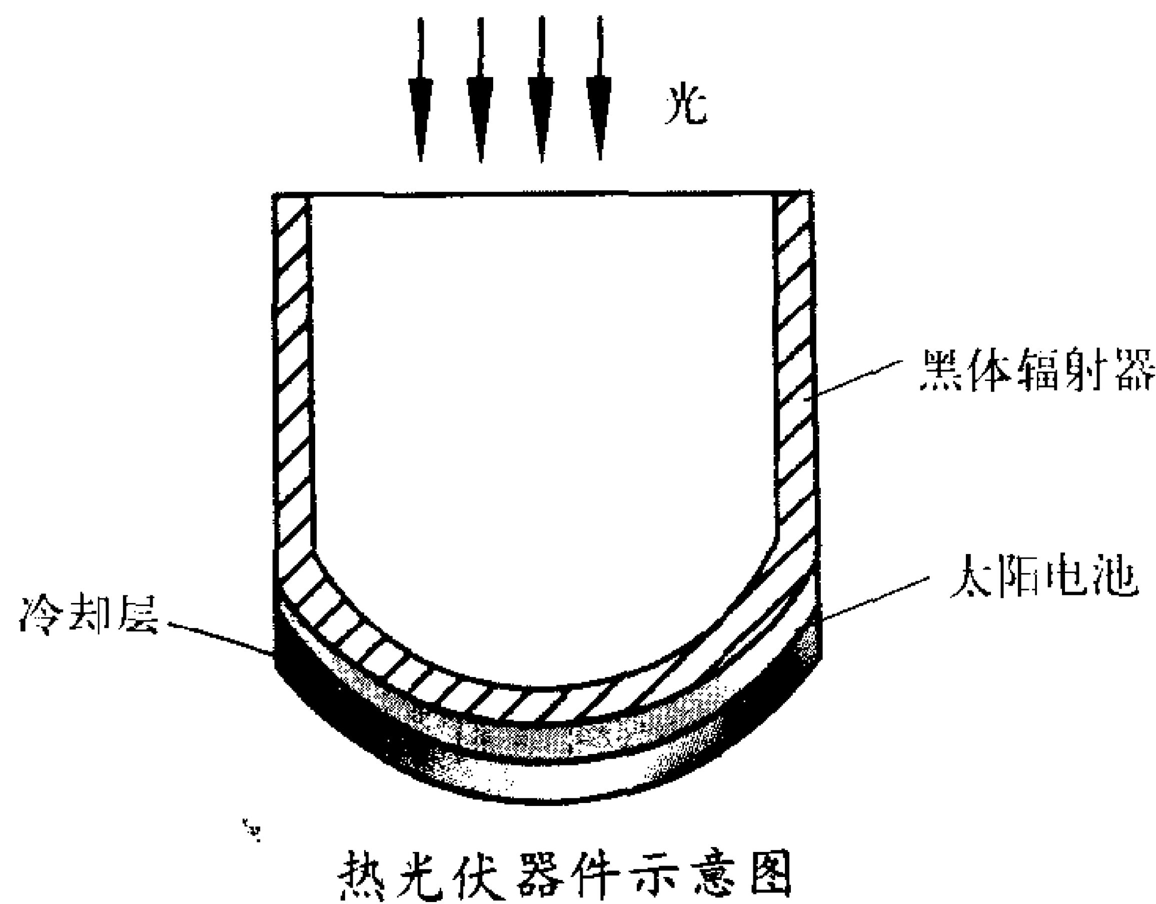
redian tanceqi

**热电探测器** pyroelectric detector 利用某些具有自发极化特性的铁电晶体的热电效应制成的一种热探测器。主要的热电探测器材料有硫酸三甘肽、钽酸锂、钛酸铅、钛酸锶钡、钛钪酸铅、钛锆酸铅等。热电探测器表面电荷的变化与入射光功率成正比，并相应地输出光电流。它属于无波长选择性探测器，响应光谱宽，且响应曲线较平坦，无明显的峰值波长和截止波长，如硫酸三甘肽探测器在 2～300 μm 波长范围内均有较高的响应。热电探测器的重要应用是用作室温红外探测器，其响应波长范围受光学零部件的限制，通常为 1～14 μm。（撰写：董培芝 审订：韩建忠）

reguangfu qijian

**热光伏器件** thermophotovoltaic devices 由太阳电池和黑体辐射器组合而成的发电器件。如图所示为热光伏器件示意图。在太阳光谱中，能量远远超过太阳电池禁带宽度的光子在电池中产生电子—空穴后，其剩余能量传递给晶体的晶格，会使电池温度升高，效率下降。如果这种光子能够射入一个黑体内并被黑体吸收，这些大能量光子提供了用以保持黑体温度所需的能量。辐射器再以被改善了的光谱形式发出辐射光能到太阳电池上，可转换成电能的光子能量被太阳电

池吸收，而太阳电池无法全部吸收的剩余光子能量又被太阳电池背面重新反射回辐射器，继续保持或升高黑体辐射器的温度，再由辐射器辐射到太阳电池上。利用热光伏效应改善了太阳光谱成分，使可以被太阳电池吸收并产生电子—空穴对的波长能量增加，提高了太阳电池的转换效率。一般说来，这种组成热光伏器件的太阳电池背面应具有很高的反射率，从而提高热光伏器件的效率。一个较为完善的热光伏器件，可作发电器件，能长时间稳定工作。




热光伏器件示意图

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

reshidian cailiao

**热释电材料**　pyroelectric materials　具有热释电效应的晶体材料。热释电材料的特点是晶胞中正负电荷中心不重合，形成固有的偶极矩称为自发极化，通常情况下它受到表面电荷等的抵偿作用其电矩不能显现出来，当温度改变时，电矩发生的改变不能被抵偿时才显示其固有的极化而产生外电场，这就是热释电效应。铁电材料是热释电晶体中的一类，用以制作红外探测器。材料的特点是自发极化强度可因电场作用而反向，极化强度与外电场间的关系构成电滞回线，表示铁电晶体中存在电畴。当温度高于某一临界温度时，晶体的铁电性消失，晶体结构发生相变，此温度称为铁电体的居里点。对研制热释电红外探测器，要求材料的热电系数大、电阻率高、介质损耗低以及热导率小。目前主要应用的有硫酸三甘肽及其同晶体 $LiTaO_3$、SBN、$PbTiO_3$、$PbZrTiO_3$ 等。研制的热释电探测器已应用于测温、控温、激光探测和空间技术等方面，热释电材料是一种研制室温（非制冷型）的红外焦平面的重要材料。（撰写：陈世达　审订：沈能珏）

retanceqi

**热探测器**　thermal detector　对热辐射敏感并能产生与热辐射能量相关的电信号的器件。它们分成测辐射热计、热电偶与热电堆、高莱元件和热电探测器等四种。其光电信号取决于辐射功率的大小或变化幅度而与辐射的光谱成分无关，因而探测器的响应波长范围宽，从γ射线至毫米波。热探测器通常在室温下工作，灵敏度较光子探测器低，虽然包含有以牺牲探测灵敏度为代价的快速品种，但总体上属于慢速响应器件，典型响应时间在毫秒级。

（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

reyinji

**热阴极**　thermionic cathode　利用加热的方法使固体内部电子动能增加，当电子具有足够的动能便可克服表面势垒逸出体外形成热电子发射。在真空电子器件或仪器中，据此原理做成的提供受控电子的部件通称为热阴极。从发现热电子发射现象至今，已有多种热电子发射体在实践中得到应用。其中包括：纯金属阴极、原子薄膜阴极、氧化物阴极、金属多孔阴极（扩散阴极）、覆膜阴极（M 型阴极）以及金属陶瓷阴极和化合物阴极等。在研究应用中，一些种类的阴极也出现了相应的变体品种。通常用阴极工作温度 $T$，零场发射电流 $J_0$，逸出功 $\Phi$ 和发射常数 $A$ 等参数表征阴极的性能。这些参数之间的关系可由李查逊—德施曼方程来表示

$$J_0 = A\,T^2 \exp\left(-\Phi / kT\right)$$

式中 $k$ 为玻耳兹曼常数。在由阴极和阳极组成的理想二极管中，阳极电流 $J_a$，在不同的阳极电压下遵循以下规律：(1) 在拒斥场情况下，$J_a \propto T^2 \exp\left(eU_a - \Phi_a / kT\right)$，$U_a$ 为阳极电压，$\Phi_a$ 为阳极逸出功。其特点是，阳极电流与阴极逸出功无关。(2) 在空间电荷限制情况下，$J_a = 2.335 \times 10^{-6} U_a^{3/2} / d_{ak}^2$，$d_{ak}$ 为阴极和阳极间的距离。其特点是阳极电流与阴极温度无关，只取决于阳极电压和阴极与阳极间的距离。(3) 在加速场情况下（肖特基效应），其特点是阳极电流取决于阴极温度和加在阳极上的电压。（撰写：阎肃秋　审订：廖复疆）

rezi zuhejian

**热子组合件**　heater assembly　加热阴极的部件。它由热子、固定物、外壳组成。固定物可以是棒、珠、粉末烧结物，但必需耐高温、电绝缘。外壳通常是由钼套筒或耐高温的托盘材料构成。热子组合件以辐射方式、传导方式或两者皆有的方式加热阴极，使之达到阴极工作温度的要求。由于其结构牢固，热子在长期使用中不易变形，可靠性高，广泛用于各种类型的微波管中。为了提高加热效率，减少热子和阴极之间的温差，可采用传导方式加热阴极；为了减少热子组合件的热容量，使阴极在较短时间达到工作温度，可采用辐射方式加热阴极。（撰写：何永慎　审订：廖复疆）

renyi boxing fashengqi

**任意波形发生器**　arbitrariness wave generator　一种利用数字合成或程序控制的方法产生任意波形信号的仪器。除了能产生一般规则的信号如正弦波、方波、三角波、脉冲波之外，还能产生各种不规则的非周期信号。它能模拟系统中各种瞬变波形，电子设备中出现的各种干扰杂波，生物电子工程中常见的各种生物电波，人体中的各种心电、脑电波等。这类波形的形状极不规则，一般难以从普通的信号发生器中产生，只能借助于任意波形发生器。另外，由于受任意波形发生器构成原理的限制，使其输出波形频率上限受到很大限制，而输出波形频率的下限，理论上则可任意低。任意波形发生器与函数发生器的原理相近，因此，常将任意波形发生器归入到函数发生器中。任意波形发生器的性能指标有：波形长度（每个波形最多的取样点），幅度分辨率（一般为 8 ~ 12 位）；波形点输出的时钟频率（取样率，即每秒能输出的最高波形点数），另外还给出与标准波形相关的噪声和失真等。

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

ridi kongjian huanjing

**日—地空间环境**　solar-terrestrial space environment　受太阳支配的从太阳至地球的广大空域。太阳以其巨大的引力、电磁辐射和粒子辐射三种形式的能量支配着行星的运动，并为其中的生命和自然现象提供能源和施加影响。日—地空间

R

各层区，包括太阳、太阳大气和行星际空间、地球磁层、热层与电离层、低层中性大气（平流层和对流层）以及地球表面




图 1 日—地系统示意图

注：1. 1 AU = $1.495 \times 10^8$ km（近日点 $1.47 \times 10^8$ km、远日点 $1.52 \times 10^8$ km、AU 为天文单位）；

2. 太阳中心核至光球表面的距离= $7 \times 10^5$ km；
太阳中心核至色球层顶的距离= $7.1 \times 10^5$ km；
太阳中心核至日冕层顶的距离= $2.1 \times 10^6$ km；

3. A、B 处有两个中性点，C、D 上有一个中性片，沿日—地连线上的数字是以地球半径 ($R_E$) 为单位的地心距。

和内部，称为日—地系统，其特性取决于太阳能量辐射和各层区的动力学过程，并存在着能量耦合与传输的整体联系。太阳辐射扰动引起的“空间天气与气候”问题，可能给空间和地面的技术系统及生态环境带来严重的威胁。图 1 为日—地系统示意图；图 2 为地球中性大气分层示意图。

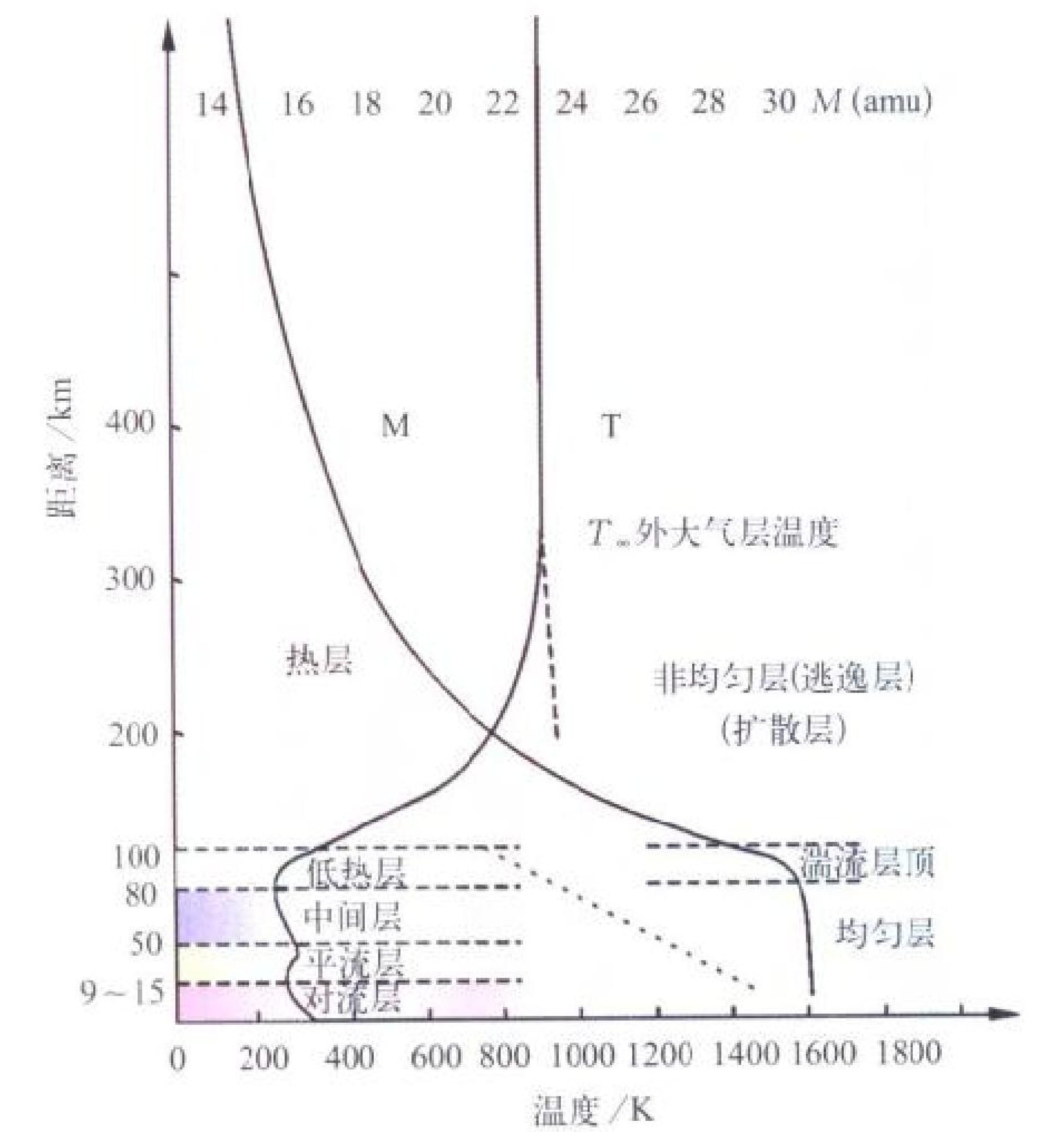



图 2 地球中性大气分层示意图

（amu—氢原子重量，1amu = $1.67 \times 10^{-27}$ kg）

（撰写：熊 皓 审订：童志鹏）

rongmian taiyang dianchi

**绒面太阳电池** textured solar cell 又称无反射电池、黑电池，受光表面制成绒面结构的太阳电池。单晶硅是金刚石结构，对某种晶向取向的单晶硅用择优腐蚀液腐蚀时，在适当条件下，将发生各项异性腐蚀，择优腐蚀出众多大小不一的四面体的粗糙表面。由于这种粗糙表面看上去像丝绒一样，故称为“绒面”，见图 1。垂直于硅片的平行光线照射到这些四面体时，将在四面体之间产生多次反射和折射，从而减少了反射损失，并且加大了光线的折射角度，使光线穿越 P–N 结的路程加长，

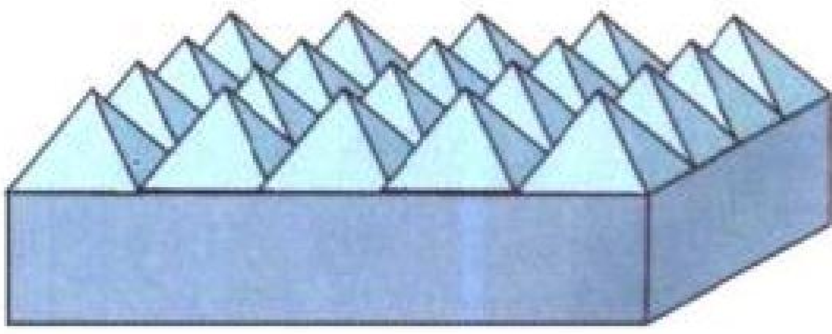


图 1 绒面示意图

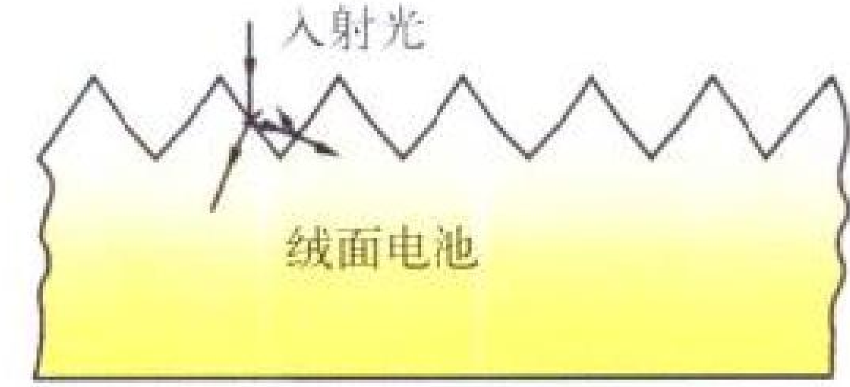



图 2 光在绒面电池表面的折射

因此可以增加材料对光的吸收，从而产生更多的光生电流，提高太阳电池的光电转换效率。这种电池可用于地面电池光伏站。图 2 所示为入射光线到绒面电池表面的反射和折射情况。

（撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩）

rongcuo jisuanji

**容错计算机** fault-tolerant computer 一种在硬件发生故障或软件产生错误时仍能继续运行并完成其既定任务，给出正确结果的计算机。容错计算机的主要设计目标是提高计算机的可靠性和可用性。提高可靠性的方法有两类：一类是排错技术，主要是严格老化筛选，使用高可靠的元器件，把故障的可能性降到最小；另一类是容错技术，主要是以冗余资源为代价换取可靠性。通常采用的冗余技术有：⑴ 硬件冗余，以检测或屏蔽故障为目的而增加一定硬件的方法；⑵ 软件冗余，为检测或屏蔽软件中的错误而增加一些在正常运行时不需要的软件的方法；⑶ 信息冗余，为故障检测、故障屏蔽和容错目的将冗余信息添加到数据上的一种方法，如纠错码；⑷ 时间冗余，为减少硬件冗余和信息冗余的开销以时间为代价来达到提高可靠性的方法，如重复执行。在实际应用中，上述 4 种冗余技术经常是结合起来使用的。容错计算机在处理运行中出现的故障时，通常需经历如下步骤：故障检测和诊断，故障屏蔽和封锁，系统重组，系统恢复。若系统不能返回到出现故障断点前的情况继续运行，则需要系统重新启动。容错计算机主要应用于工业生产、医疗、航天、航空、军事、公安、金融、交通、机要等部门和对计算机的可靠性要求很高的场合。（撰写：张学孝 审订：张金荣）



ruguiduan cekong jishu

**入轨段测控技术** TT&C technology for orbit injection phase 对航天器入轨过程的跟踪、测量、控制并进行充分监视的技术。用于卫星和飞船发射，其主要任务是：测量末级火箭关机后的轨道参数，为确定卫星初轨提供数据；根据测量数据计算火箭高度、速度、轨道倾角、近地点高度等曲线，并与理论轨道比较，实时监视火箭工作及卫星入轨段工作情况；发送遥控指令并监视指令执行情况，并将各种跟踪、测量数据处理后上报指控中心。一般入轨段测控站跟踪系统和遥测系统同时工作，特别是利用遥测系统获得的火箭导航参数，误差小，定轨方法简单，可获得较高精度的初轨。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

ruqin jiance

**入侵检测** intrusion detection 一种实时识别网络系统内部和外部对网络系统的攻击、非授权使用、误操作等的方法。它可分为：⑴ 基于主机的入侵检测系统，利用主机的操作系

统审计信息来检测对系统的入侵；(2) 基于网络的入侵检测系统，通过网络同时利用多台主机的审计信息来检测对整个网络的入侵。入侵检测主要有两种模型：异常检测模型和“误用”检测模型。目前，入侵检测技术发展很快，在构建一个安全的网络中已成为一种必不可少的技术。

（撰写：李 川 审订：穆良知）

ruanbaozhuang lilizi xudianchi

**软包装锂离子蓄电池** lithium ion soft packaging battery 由液态锂离子电池的电极芯和聚合物锂离子电池的外包装（塑料复合膜热合包装）构成的一种新型电池产品，因此软包装锂离子电池的性能与原液态电池基本相同，仅因包装材料的变换减轻了重量，从而使电池比能量明显提高。但由于密封和包装强度变差，电池的使用可靠性有所降低。这种电池在外形上与聚合物锂离子电池毫无差别，因此它们的应用场合基本相同，目前已正式用于数字式相机、收录机等袖珍型电子产品。 （撰写：汪继强 审订：宋海德）

ruanci cailiao

**软磁材料** soft magnetic material 见综合卷。

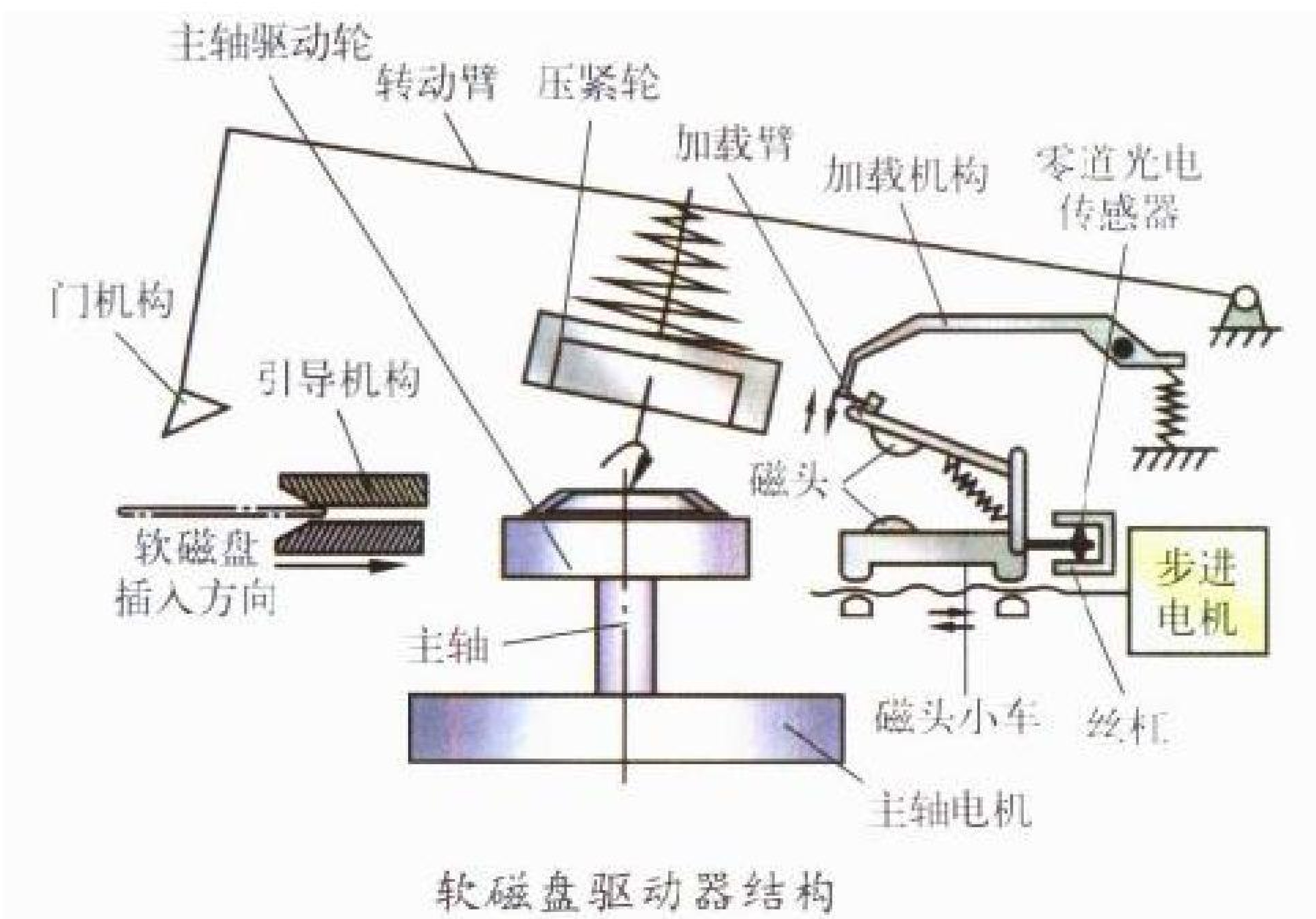
ruancipan

**软磁盘** diskette, floppy disk 在聚酯膜基底上涂敷磁性层作为表面磁记录媒体的圆形盘片。软盘有多种分类方法。按尺寸分为 8 in、5.25 in、3.5 in 和 2 in 四种；按记录密度分为单密度（采用调频记录制）和倍密度（采用改进调频记录制）两种；按媒体材料分为涂敷型普通铁氧体、涂敷型钡铁体、涂敷型金属磁粉和溅射型金属连续薄膜等几种；按记录方式分为纵向（水平）记录和垂直记录两种。此外按用途分为记录盘、用于测试的标准盘、用于驱动器磁头位置调整的调整盘、诊断盘和清洗磁头的清洗盘等。软盘主要由磁盘与外套两部分组成。磁盘的基底材料为 7.5 μm 厚的聚酯膜，表面涂敷 1～2.5 μm 的磁性材料形成。外套为正方形，中心有圆孔，工作区开有磁头窗口，外套边沿设有写保护缺口。外套用以保护磁盘和清洗盘面。

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

ruancipan qudongqi

**软磁盘驱动器** floppy disk drive (FDD) 使用软磁盘作为记录媒体的一种磁盘驱动器。软磁盘驱动器种类繁多，主要有：按软磁盘规格分为 8 in、5.25 in、3.5 in 和 2 in 四种；按记录面数分为单面和双面两种；按记录密度分为单密度、倍密度和高密度等；按记录方式分为纵向（水平）记录和垂直记录两种。软磁盘驱动器工作原理与基本结构类似硬磁盘驱动器，它由磁头、磁头驱动与定位机构、软磁盘引导与夹紧装置、主轴、读写电路和控制电路等组成，用以完成软磁盘装卸、旋转、寻道、读写和状态检测等功能。软磁盘驱动器结构原理如图所示。（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）




软磁盘驱动器结构

ruanjian anquanxing

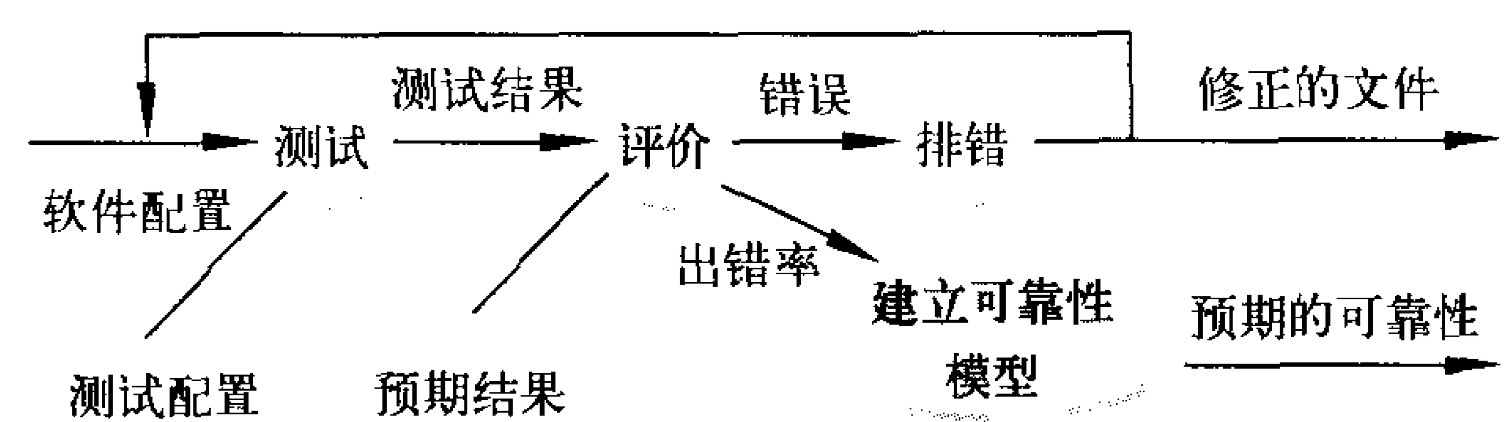
**软件安全性** software safety 在整个软件生存周期内，用户运用系统安全性工程的技术原则，确保软件采用增强系统安全性的有效措施，以排除可能降低系统安全性的错误，从而使软件的安全性控制在可接受的风险水平内。当前，计算机正被广泛应用于各个领域。计算机的运行错误（包括软件运行错误）可能导致人员的伤亡、财产的损失或环境的破坏等灾难性后果。软件安全性的目标就是要求用户采用种种手段，以确保软件所控制的系统始终处于不危及人的生命财产和环境的安全状态中。在软件生存周期的不同阶段，有不同的软件安全性分析方法：在软件需求阶段，进行系统级分析时，采用软件失效模式及影响分析方法可以提供初始危险评估，确定必要的危险控制和后续措施；系统详细设计阶段采用软件故障树分析以及软件 Petri 网分析方法对系统运行状态进行分析和检测，从而降低或消除系统进入危险状态的机率；为了提供更高的软件安全性，在软件详细设计和实现阶段，还可以采用软件形式化方法，即在分析和设计系统的过程中运用数学方法，如形式逻辑、离散数学和机器可读语言等来详细地描述和验证软件，提供给用户软件的规范化的标准描述；在软件模块测试阶段，则采用软件仿真方法，来模拟软件系统的运行环境，搜寻可能出现的危险状态；分析软件时序问题则采用软件实时逻辑分析方法。

（撰写：张晓先 张海宁 审订：瞿兆荣）

ruanjian ceshi

**软件测试** software testing 由人工或自动方法来执行或评价系统或系统部件的过程，以验证其是否满足规定的需求，或识别期望的结果与实现结果之间的差别。软件测试的原则为：(1) 应预先确定测试的目标、实例和结果；(2) 编程人员或程序开发小组尽可能避免测试自己开发的程序，软件测试小组或测试机构应尽可能独立；(3) 测试用例的设计必须兼顾有效输入与无效输入；(4) 全面检验一个程序的运行，是否可能产生意外的结果，尤其对无效输入可能产生的危害性要有足够的重视；(5) 应根据人力和物力条件制定有限的测试目标，穷尽测试是不可能也是不必要的；(6) 测试完成后，应该注意保存测试用例。测试工作的主要活动及有关信息流如图所示。软件测试是验证和确认（V&V）技术中的一个组成部分，是为了发现错误而执行程序的过程。验证是确定所开发的软件是否正确。所谓确认，就是确定所开发的软件是否符合用户需求。验证贯穿在软件开发整个过程中的每一步，以保证每一步的正确性来保证整个软件产品完成后的正确性；确认主要在测试阶段进行，它运用一系列软件的测试技术和手段，以保证软件自身的正确性。所以，软件测试是保证软件质量的关键。软件测试主要分为两类：黑盒测试和白盒测试。黑盒测试也称功能测试或数据驱动测试，主要用于软件确认测试，方法有等价类划分、边值分析、因果图、错误推测等。白盒测试也称结构测试或逻辑驱动测试，主要用于软

件验证，方法有逻辑覆盖、基路测试等。目前较为广泛使用的黑盒工具有 Rational SQA suite，白盒工具有 Rational Purify、Verilog Logiscope 等。




软件测试的主要活动和相关信息流示意图

（撰写：曹淑青　李翔　审订：瞿兆荣）

ruanjian chongyong jishu

**软件重用技术** software reuse technology 重复使用"为了重用目的而设计的软件"的过程。可重用的软件分为两类：(1) 狭义的可重用的软件，是指为了重用目的而设计的软件；(2) 广义的可重用的软件，是指任何在当前或将来对开发和维护软件系统有价值的信息，包括领域分析、构架、设计、文档、源代码构件等。根据对可重用的信息的重用方式，软件重用技术可分为黑盒重用 (即构件无需修改) 和白盒重用 (即构件需进行适应性修改)。软件重用可以充分利用已有的成果，消除重复劳动，提高软件生产率；而且重用已有的经过充分测试的成果，可以避免重新开发可能引入的错误，提高软件的质量。国外的研究人员提出了基于软件重用的新的软件开发方法 (例如产品生产线等)，在一些大软件公司的项目中得到了成功的应用，缩短了具有类似需求的大型系统的开发周期。软件重用技术经过 30 年的发展，已有许多成功的研究和实践成果，将逐步成为软件工程化、工业化的首选途径。（撰写：曹淑青　审订：瞿兆荣）

ruanjian gongcheng

**软件工程** software engineering 生产软件的理论、方法、技能和工具的总和。"软件工程"是 1968 年在联邦德国召开的国际会议上提出的。软件工程是生产软件的工程，它以最短时间、高质量、低成本地开发软件为目标。软件工程在整个软件生存周期内应用系统工程技术、质量保证活动、配置管理方法来生产和维护软件产品。软件工程包括 3 个要素：(1) 软件工程方法。为软件开发提供了"如何做"的技术。包括从需求设计到测试、维护等的开发过程所遵循的办法和步骤。软件工程方法常采用某种特殊的语言或图形的表达方法及一套质量保证标准。(2) 软件工具。为软件工程方法提供了自动或半自动的软件支撑环境，它能节省开发时间和费用，提高软件生产率和质量。目前流行的一种称为计算机辅助软件工程 (CASE) 的软件开发支撑系统，它将各种软件工具、开发机器和一个存放开发过程信息的工程数据库整合成一个软件工程环境。(3) 软件工程的过程。它将软件工程的方法和工具综合起来以达到合理、及时地进行计算机软件开发的目的。过程定义了方法使用的顺序、要求交付的文档资料、为保证质量和协调变更所需要的管理以及软件开发各个阶段完成的里程碑。软件工程的一项主要任务就是把软件工程的过程规范化，以使这些过程是可控制的、可重复的和可预测的，从而保证能产生较好质量的软件产品。

（撰写：曹淑青　崔红军　审订：瞿兆荣）

ruanjian gongcheng guocheng

**软件工程过程** software engineering process 又称软件生存期过程。它是软件生存周期中的一系列相关过程。过程是活动的集合，活动是任务的集合，任务是把输入转换为输出的操作。根据 ISO / IEC 12207 信息技术—软件生存周期过程国际标准的定义，软件生存期过程包括：(1) 基本生存期过程，包括订购、承制、开发、操作和维护等活动；(2) 保障生存期过程，包括文档编制、配置管理、质量保证、验证、确认、联合评审、审核和问题解决等活动；(3) 组织生存期过程，包括管理、基础设施、改进和培训等活动。对软件工程过程的定义说明了在软件生存周期中需完成的软件工程活动，企业或组织可以根据需要进行剪裁、制定适用于自身的软件工程过程，保证软件开发的质量。

（撰写：曹淑青　审订：瞿兆荣）

ruanjian gongcheng huanjing

**软件工程环境** software engineering environment (SEE) 以软件工程为依据，支持大型软件生产的系统。SEE 具有以下特点：(1) 强调支持软件生产的全过程。实践表明，软件工具仅能支持软件生命周期中某些特定活动；软件开发环境旨在通过环境信息库和消息通信机制实现工具的集成，从而为软件生命周期中某些过程的自动化提供更有效的支持。不同的过程模型导致不同类型的软件开发环境。然而，软件过程领域的最新研究结果表明软件过程概念已不仅局限在软件开发和软件维护，而是发展到包括系统集成和软件产品的制作与生产。SEE 旨在解决软件生产过程中的各个过程和活动如何按照各条路径并行完成。(2) 强调大型软件的工业化生产，它为软件工业化生产提供一整套的支持设施。(3) 以集成和剪裁作为主要技术途径，实现软件工业化生产的目标。SEE 具有多维特性，表现在不仅要集成与软件开发技术相关的工具，还要集成与支持技术、管理技术相关的工具，并将它们有机地结合在一起。近年来，美国国家标准局 (NBS) 以及电气与电子工程师协会 (IEEE)，试图规范 SEE 所涉及的过程、活动、要素等，并比照 ISO/OSI 参考模型提出 SEE 参考模型，这是值得注意的动向，预示着真正的软件工业化生产时代即将到来。（撰写：陈钟　修订：曹淑青　审订：瞿光荣）

ruanjian kaifa fangfa

**软件开发方法** software development method 软件开发过程所遵循的办法和步骤。软件开发通常包括初次开发、修改、重用、再设计、维护或者任何会产生软件产品的其他活动。典型的软件开发方法有：(1) 结构化方法，一种基于功能分解和系统集成的方法，具体包括结构化分析、结构化系统设计、结构化编程等，其核心和基础是结构化程序设计理论；(2) 面向对象方法，一种较新的软件开发方法，由面向对象的分析、面向对象的设计、面向对象的编程和面向对象的测试四个阶段构成；(3) 快速原型法，采用一种对用户更易理解的快速原型描述语言直接描述用户的需求，然后用一个解释器直接执行需求描述以获得所需结果；(4) 形式化方法，借助抽象的形式化描述来实现程序自动生成。其要点是以一种基于语义形式化理论的规格说明语言来描述软件的功能和性能要求等，用一个软件工具来实现从规格说明描述到程序的自动转换，并借助类似定理证明的方法进行程序的自动验证。目前，分析和设计阶段的软件开发方法应用最为广泛；面向对象的分析和设计正成为主流技术，特别是一些支持各

种开发方法的CASE工具的出现，进一步促进了面向对象方法的推广应用。（撰写：曹淑青　崔红军　审订：瞿兆荣）

ruanjian kaifa gongju

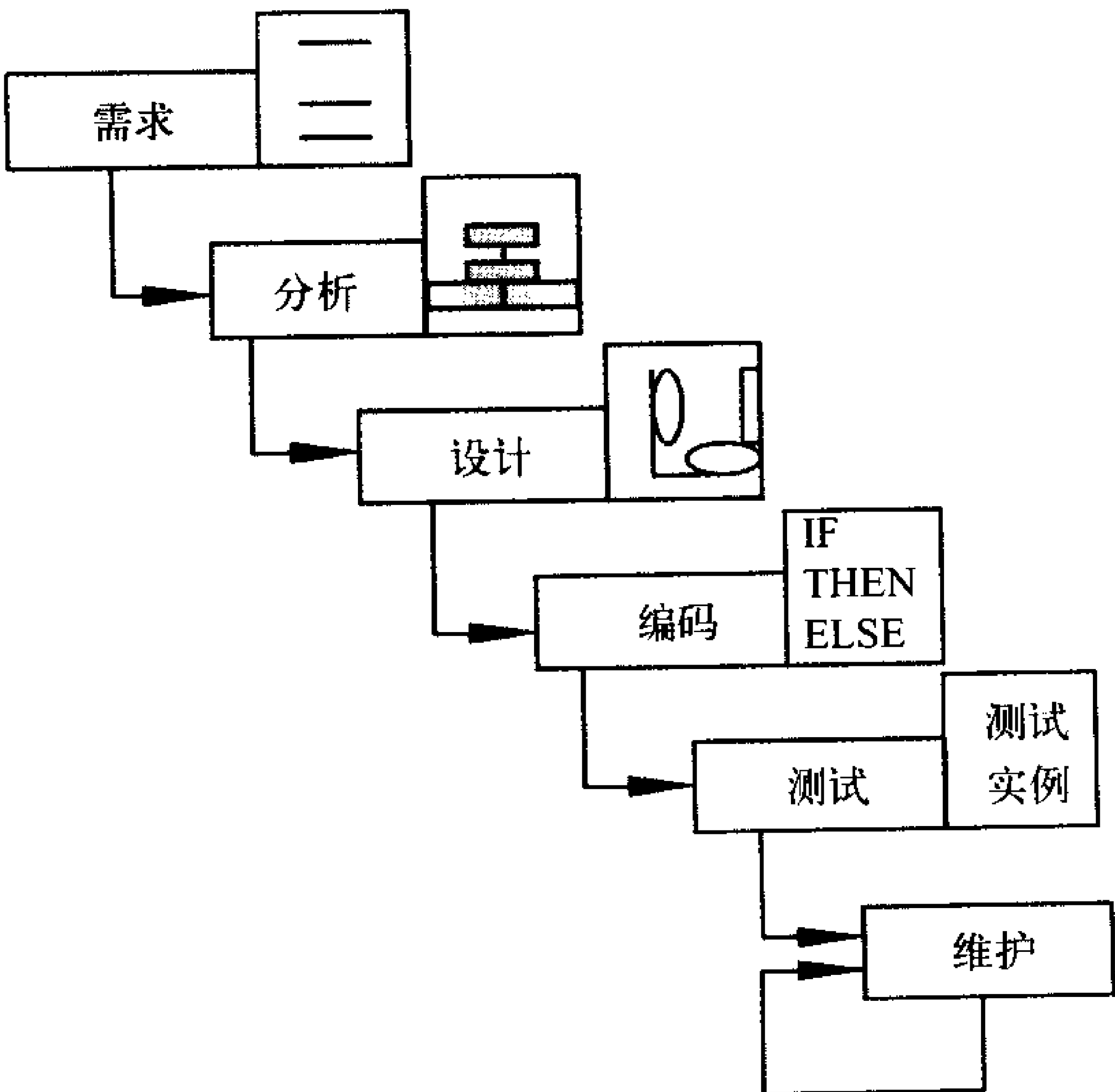
**软件开发工具**　software developing tool　用于辅助软件开发、运行、维护、管理和支持等过程中的活动的软件称为软件工具。其中，支持软件开发过程的工具称为软件开发工具，通常有：(1)需求分析工具，辅助软件需求分析活动的工具，它帮助系统分析员从需求定义出发，生成软件所要完成的功能的准确描述，即软件的功能规范；(2)设计工具，辅助软件设计活动的工具，它辅助设计人员从软件功能规范出发，根据功能规范和需求定义中所指定的功能及性能要求，获得对软件的组织或其组成部分的内部结构的描述，即软件的设计规范；(3)编码与排错工具，辅助程序员进行编码活动的工具，辅助程序员编制源程序和查找源程序中的错误，并生成可执行代码；(4)测试工具，辅助测试人员进行各项测试活动的工具，包括数据获取、静态分析和动态测试等工具。使用软件开发工具来辅助实施软件工程，提高了软件开发、维护、管理的效率，对保证软件的质量具有重要意义。（撰写：曹淑青　审订：瞿兆荣）

ruanjian kaifa huanjing

**软件开发环境**　software developing environment　支持软件开发的软件系统。它由软件工具集和环境集成机制构成。工具集包括支持软件开发过程的各种活动的工具，如编译器等。环境集成机制是指把各种不同的工具组合起来以支持更广泛的开发活动。软件开发环境具有如下特征：(1)环境的服务是集成的，软件开发环境应支持多种集成机制，如平台集成、数据集成、界面集成等；(2)环境应支持小组工作方式，并为之提供配置管理；(3)环境的服务可以支持各种软件开发活动，包括分析、设计、编码等。（撰写：曹淑青　审订：瞿兆荣）

ruanjian kaifa moxing

**软件开发模型**　software development mode　从软件项目需求定义开始到软件使用后废弃为止，跨越整个软件生存期的系统开发、运行和维护所实施的全部过程、活动和任务的框架。软件开发模型能清晰、直观地表达软件开发全过程，明确规定要完成的主要活动和任务。它是软件项目开发工作的基础。传统的软件开发模型有瀑布模型、增量式模型、螺旋模型和渐进式模型等。瀑布模型如图所示，它严格地按软件生存周期划分的阶段进行开发，阶段间具有顺序性和依赖性，并坚持阶段评审，只有在确保某阶段的目标确实达到后，才能进入下一阶段的工作。一旦某一阶段出现问题，有可能追溯到它以前各阶段，必要时还要修改前阶段已经完成的文档。瀑布模型是最基本的软件开发模型，其他模型均在它的基础上改进，例如渐进式模型，适用于需求不是很快能明确的系统。它先按瀑布模型方法进行开发，在系统集成时，要寻找需求中的不足之处，再迭代进行第二次甚至多次的需求分析和开发，直至满足用户需求为止。

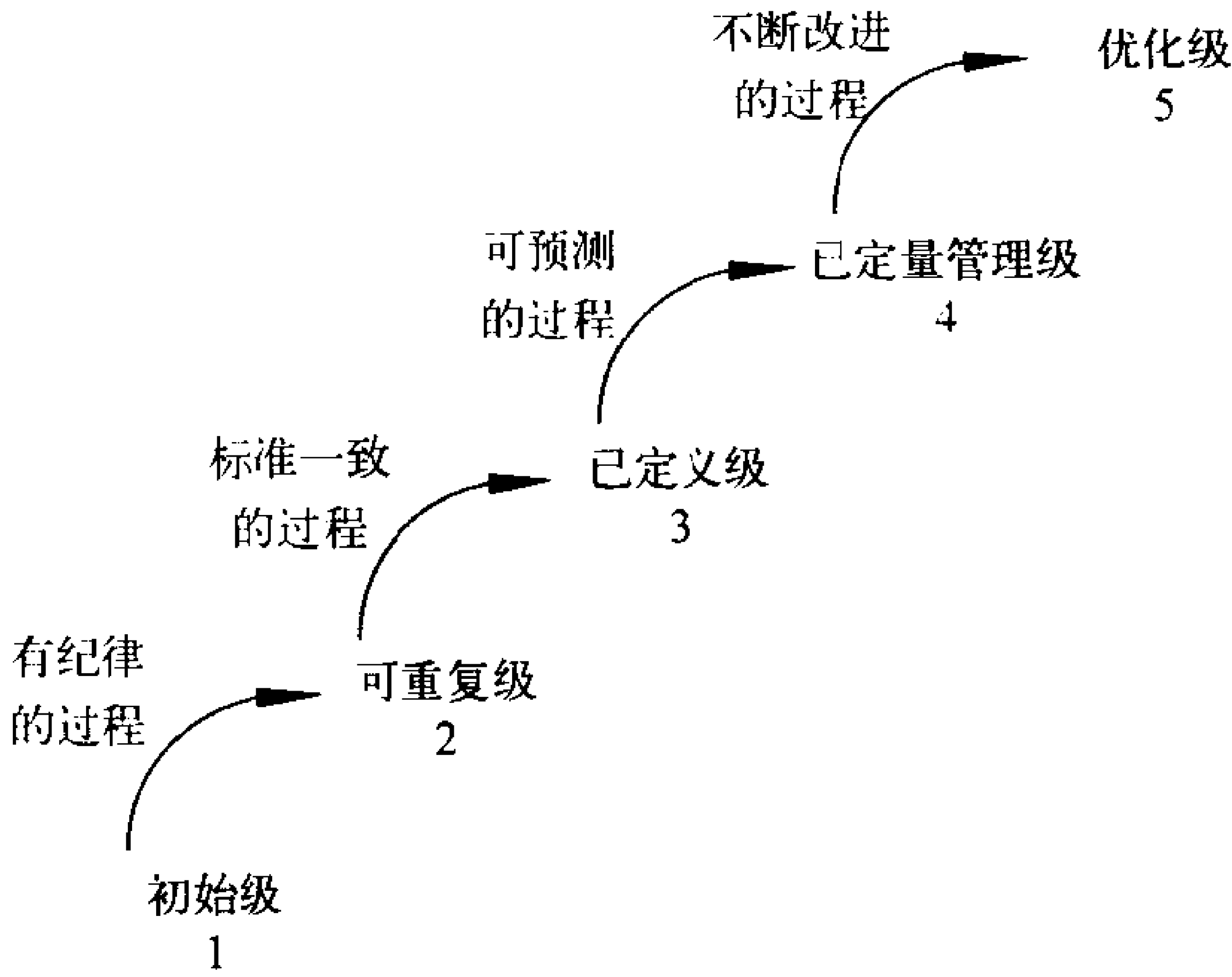


瀑布模型示意图

（撰写：曹淑青　崔红军　审订：瞿兆荣）

ruanjian nengli chengshudu moxing

**软件能力成熟度模型**　capability maturity model (CMM)　美国卡内基—梅隆大学软件研究所(SEI)为美国国防部(DoD)选定承担大型军事工程软件的开发单位而制定的评估军用软件承包商能力的一种方法。CMM的基本思想是把软件产品作为软件过程的结果，其质量由软件过程的能力决定。CMM将企业的软件过程改进的进化步骤分为5个等级（如图所示），为过程不断改进奠定了循序渐进的基础。(1)初始级，软件过程是无序的，对过程没有定义，成功取决于个人努力，管理是被动的；(2)可重复级，建立了基本的项目管理过程来跟踪费用、进度和功能特性，制定了必要的过程纪律，能重复以前类似应用项目取得的成功；(3)已定义级，已将软件管理和工程两方面的过程文档化、标准化并综合成组织内的标准软件过程，所有项目使用公认的、已剪裁的标准软件过程来开发和维护软件；(4)已定量管理级，收集对软件过程和产品质量的详细度量，对软件过程和产品都有定量的理解与控制；(5)优化级，过程的量化反馈和先进的新思想、新技术促使过程不断改进。CMM是一个框架，它勾画出可向试图提高其软件过程能力的软件机构推荐的一条改进途径。每一个成熟度等级是一个妥善定义的，朝着实现成熟软件过程目标进化途中的平台。当每一等级中所包含的一组过程目标被满足时，就意味着软件过程能力达到了某个稳定的成熟状态。除了等级1以外，每个成熟度等级被分解成几个关键过程区域，指明企业或组织在改进软件过程能力时必须关注解决的问题。关键过程区域是达到一个成熟度等级的必要条件，它的过程分类如表所示。为评定软件的开发承包单



软件过程成熟度的五个等级示意图

位的能力，SEI 根据 CMM 模型，提出了由 101 个问题构成的成熟度问卷。问卷涉及 7 个方面：软件机构结构资源、人员及培训、技术管理文档化、标准、工作步骤的过程度量、数据管理和数据分析过程控制。根据这些问题的打分集合可以评估软件开发单位达到的级别，并指出需改进的主要差距，从而也降低了政府和军事部门同软件开发商签订软件项目合同时的风险。

**关键过程区域的过程分类表**

| 过程分类等级 | 管理软件、项目策划、管理 | 组织方面的高级管理者评审等 | 工程的需求分析、设计、编码、测试等 |
|---|---|---|---|
| 5 优化级 | | 技术改革管理 | |
| | | 过程更改管理 | 缺陷预防 |
| 4 已定量管理级 | 定量过程管理 | | 软件质量管理 |
| 3 已定义级 | 集成软件管理 | 组织构成焦点、组织过程定义、培训大纲 | 软件产品工程<br>同行评审 |
| 2 可重复级 | 需求管理<br>软件项目策划<br>软件项目跟踪和监控<br>软件子合同管理<br>软件质量保证<br>软件配置管理 | | |
| 1 初始级 | 无序过程 | | |

（撰写：曹淑青　李　翔　审订：瞿兆荣）

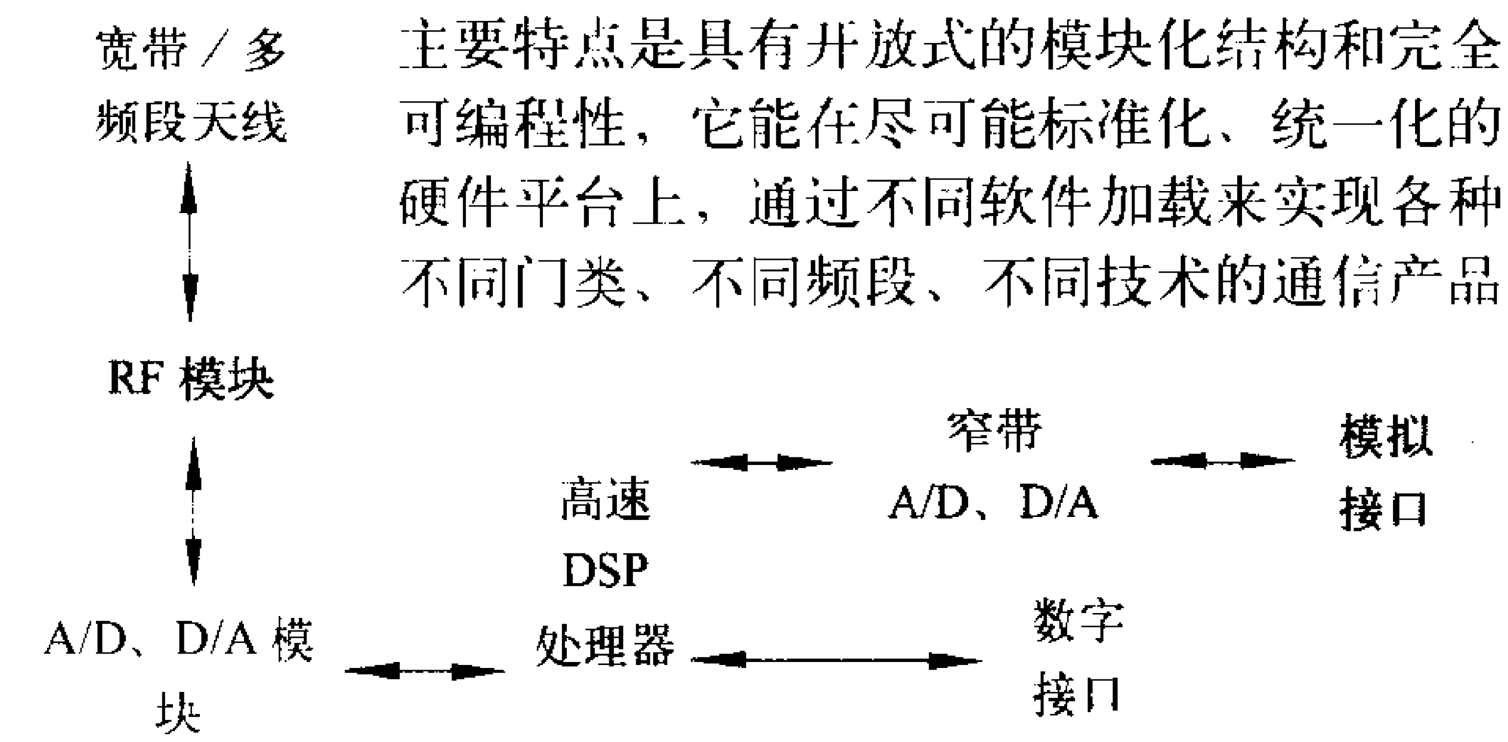
ruanjian shengcun zhouqi

**软件生存周期**　software life cycle　软件产品从形成概念开始，经过开发、使用和维护，直到最后退役的全过程。按 GB 8566—88 计算机软件开发规范，软件生存周期划分为 7 个阶段：(1) 可行性研究与计划阶段。进行可行性分析，制定项目初步开发计划、软件可靠性和可维护性目标和要求，拟制合同（或研制任务书）。(2) 需求分析阶段。定义软件产品的需求（如功能和性能），并编制相应文件，分析和确定可靠性和可维护性的目标，制定大纲及实施计划。(3) 设计阶段。可再细分为概要设计和详细设计两个阶段。设计阶段主要产生软件体系结构、软件组成部分、接口、数据结构和数据定义，编制设计文件并对其进行验证，以满足用户预定的需求。(4) 实现阶段。根据设计文件生产软件产品，排除其中的隐错、缺陷，并进行单元测试，分析与验证有关软件可靠性和可维护性的部分要求。(5) 组装及组装测试。在单元测试基础上，对软件元素有序地进行组装及测试，直到全部软件单元集成为一个整体或系统，再进一步分析软件产品的可靠性和可维护性。(6) 确认测试阶段。确认软件产品是否符合需求，是否达到可靠性和可维护性预定目标。(7) 使用与维护阶段。把软件产品交付用户使用，注意错误和缺陷数据的采集，定期评价，修正错误；加强维护管理，确保软件产品的可靠性和可维护性的增长。

（撰写：曹淑青　崔红军　审订：瞿兆荣）

ruanjian wuxiandian

**软件无线电**　software radio　一种以用总线方式连接的标准化、模块化单元作为基本平台，以 DSP 处理器作为核心部件，无线通信功能特别是无线电频率上的功能主要由软件加载来实现的一种开放式体系结构技术。它是 1992 年作为与军事有关的技术被首次提出的一种无线电设备实现方法的新概念。软件无线电的基本平台结构如图所示。软件无线电的主要特点是具有开放式的模块化结构和完全可编程性，它能在尽可能标准化、统一化的硬件平台上，通过不同软件加载来实现各种不同门类、不同频段、不同技术的通信产品的不同功能和不同业务，从而实现多种通信体制、多种通信技术在同一平台上的共存、转换、互联互通与更新。软件无线电技术将给无线电制造业带来重大变革。




软件无线电的基本结构

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

ruanjian wuxiandian GNSS jieshouji

**软件无线电 GNSS 接收机**　software radio GNSS receiver　将经天线接收和放大后的 GNSS 信号直接送入高速模/数变换器，其后的全部处理过程由数字信号处理器完成的高度数字化的 GNSS 接收机。软件无线电被认为是继 1918 年超外差概念之后接收机设计的最重要的变革。它省去了传统接收机中的下变频、中频滤波及环路跟踪硬件，使接收机结构大为简化，体积、重量和功耗大大降低，接收机的稳定性、灵活性和精确度大大提高。国内外都积极研究用软件无线电的方法实现 GPS、GLONASS 接收机。软件无线电卫星导航接收机技术与传统的实现方法相比，有着许多优点，主要体现在：可以方便地实现产品升级换代和维护，可通过软件集成的方式方便灵活地实现多系统的组合兼容（例如 GPS、GLONASS、INS 以及其他导航传感器），可以有效地实现 GPS 抗干扰技术，可以降低生产成本和维护费用等。

（撰写：丁　群　审订：邱致和）



ruanjian zaigongcheng

**软件再工程**　software reengineering　以一种新的形式重组一个现有的软件而对其进行检查和改造的过程。软件再工程的主要技术包括：(1) 逆向工程。分析一个软件并建立其更高一级的抽象表示，例如，从代码到设计。(2) 重构。在同一个抽象级上把软件从一种表示形式转换为另一种表示形式。(3) 重编文档。分析一个软件并产生用户文档或技术支持性文档。(4) 改变目标系统。对一个软件进行转换以便将其安装到一个不同的目标系统上。(5) 转换。将源码从一种语言转换到另一种语言或者从一种语言的某一个版本转换成另一种版本。软件再工程能够增进对软件的理解，准备或直接提高软件自身的可维护性、复用性或演化性。对软件的理解可能涉及到浏览、度量、画图、文档编写和分析。在改善软件的质量时，如果修改的目的并非为了提高可维护性、复用性、演化性或无助于人们对软件有更好的理解，那么就应该把这种修改排除在软件再工程的范围之外。实施软件再工程有利于软件的开发服务机构降低软件演化的风险，补偿软件的投资，提高软件产品的可理解性、可维护性、复用性或演化性。

（撰写：曹淑青　崔红军　审订：瞿兆荣）

ruanjian zhiliang baozheng

**软件质量保证** software quality assurance 为保证软件产品和服务充分满足用户和社会要求的质量而进行的有计划、有组织的活动。软件质量是指满足需求说明书的软件及其服务。软件质量保证活动贯穿于整个软件开发的全过程，它包括一系列的活动：如质量保证计划的制定、保证体系的建立、保证活动的实施、各阶段的质量评审以及软件质量信息的收集、分析和使用等。软件的质量保证活动涉及各个部门间的活动。为了顺利开展上述活动，必须有事先明确的部门间的联合与协作的机制，即质量保证体系。在软件质量保证活动的实施过程中，尤为重要的是软件测试和各个阶段评审。测试是为了查找和修改软件中的错误，提高软件的正确性。为了避免软件错误的积累和放大效应，在各开发阶段要进行评审。为了评估和控制软件的质量，常用三种质量模型：McCall 模型、Boehm 模型以及 ISO9126。McCall 模型包括 11 个标准、Boehm 模型包括 16 个标准，ISO 模型包括 6 大目标，每个目标又包含许多质量属性。具体如表所示。软件质量保证活动始终伴随着每个软件开发的全过程，目前国内外发布了很多的质量保证标准，如 GB/T 12504 计算机软件质量保证计划规范。（撰写：曹淑青 崔红军 审订：瞿兆荣）

**三个模型中定义的标准和目标**

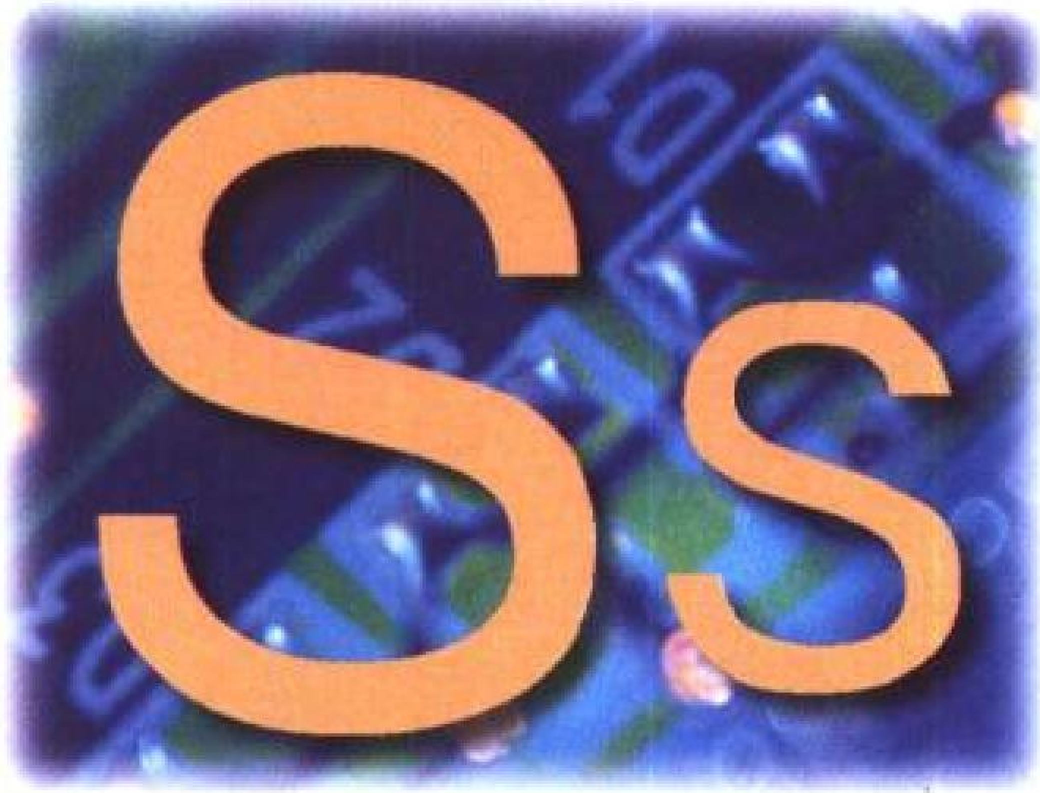
| 标准／目标 | McCall | Boehm | ISO9126 |
|---|---|---|---|
| 正确性 | ✓ | ✓ | |
| 可靠性 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 完整性 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 可用性 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 效　率 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 可维护性 | ✓ | ✓ | |
| 可测试性 | ✓ | | |
| 互操作性 | ✓ | | |
| 灵活性 | ✓ | ✓ | |
| 复用性 | ✓ | ✓ | |
| 移植性 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 明确性 | | ✓ | |
| 可修改性 | | ✓ | |
| 文　档 | | ✓ | |
| 可理解性 | | ✓ | |
| 有效性 | | ✓ | |
| 功能性 | | | ✓ |
| 普遍性 | | ✓ | |
| 经济性 | | ✓ | |

注：表中所定义目标又包含许多质量属性，项目管理者应根据客户需求及项目特点，选择相应模型，并选择一组目标和质量属性。

ruanpan kongzhiqi

**软盘控制器** floppy disk control unit 用于控制软盘与微处理器之间信息交换和控制软盘机械驱动的控制器。微处理器送给软盘控制器的数据是以字节方式(并行)进行的，写入软盘驱动器的数据是以位方式(串行)进行的。反过来从软盘驱动器读出的数据是串行的，写入微处理器(存储器)是并行的。由于软盘驱动器是按固定速度旋转的，因而串行的位数据速率是固定的。经过串/并转换后，可以以两种方式写入存储器，一种是直接存储器存取方式，另一种是中断请求方式。软盘控制器有一组高级命令。中央处理器(CPU)将命令及一组参数送给软盘控制器后，它自动完成命令所需的各种操作。若系统用直接存储器存取方式传送数据，则将不需要 CPU 的干预。命令执行完后，软盘控制器将命令的执行结果告知 CPU。（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

R

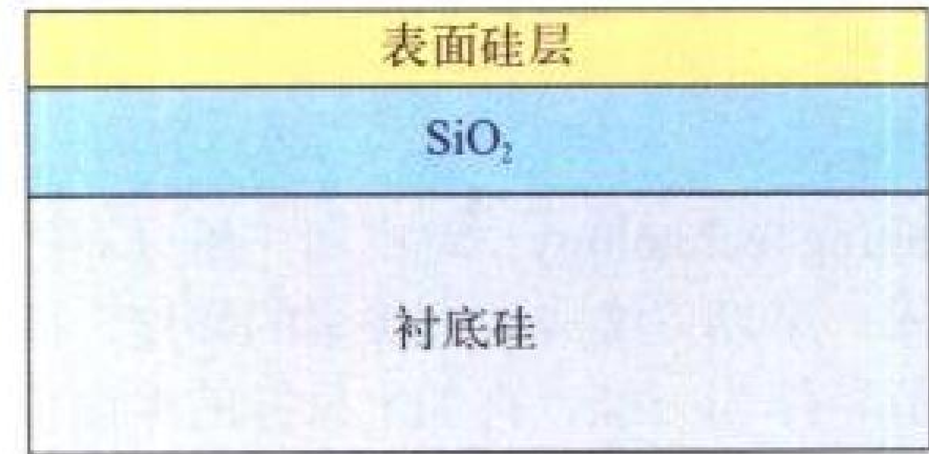



SDH chuanshu ceshi

**SDH 传输测试** SDH transmission test 数字传输速率在 155.520～2488.320 Mb/s 段的准同步数字传输体系测试。SDH 信息以串行码的形式在光纤上同步传输，所具有的信息包装结构可将用户要求的多种方式和多种速率的信息方便地接入。经过包装的信息为具有 STM−N 帧结构的同步传输模块，SDH 传输测试可在电接口或光接口上进行。SDH 传输测试仪器由发射机和接收机组成，每部分中又各包含了 PDH 和 SDH 测试部分。SDH 发射机可将内部图形发生器产生的支路信号或外 PDH 支路信号复接为 STM−N 帧信号，也可产生 1～4 次群的 PDH 信号。接收机主要由分接器和分析仪组成，分接器将 SDH 帧信号逐级分接为 PDH 支路信号，分析仪用以测量误码、抖动、告警以及其他参数，也可以直接测量 PDH 信号。 （撰写：徐红兵 审订：陈光禹）

SOI cailiao

**SOI 材料** SOI materials 在硅单晶片中形成一层 $SiO_2$ 绝缘层，在绝缘层上为硅单晶薄层的材料（silicon on insulator, SOI）。其制作工艺有：(1) 注氧隔离技术（separation by implanted oxygen, SIMOX）。将高能氧离子注入到硅衬底中形成一绝缘层，在约 1300 ℃ 退火消除注入损伤，并使表层硅再结晶、如需加厚表层硅，可用外延法生长（见图）。(2) 硅片直接键合（silicon wafer direct bonding, SDB）。将两片经抛光、氧化及亲水处理的硅片在约 1000 ℃ 下直接键合，形成 SOI 结构，再将一面减薄至所需厚度。此外尚有区熔再结晶、智能剥离等制备方法。该材料的特点为：可实现完全的介质隔离，制作的器件具有无闩锁、超高速、低功耗、抗辐射，已用来制作环振电路、功率放大器等，功耗比体硅单晶材料制作的明显下降。此外在微波电路、智能传感器等方面也有应用。




SIMOX 结构示意图

（撰写：华庆恒 审订：沈能珏）

Spindt xing changfasheti zhenlie yinji

**Spindt 型场发射体阵列阴极** Spindt-type field-emitters-array (FEA) cathode 又称场致发射体阵列（eield emitters array）阴极，是以这种阴极的发明人斯坦福国际研究所（Stanford Research International）的 C.A. Spindt 博士命名。当栅极上施加一定的电压时，由于场增强效应，在微尖表面产生很强的电场，使表面势垒变窄变低，电子通过隧道效应发射出来，进入真空中。金属场致发射遵循 Fowler−Nordheim 方程

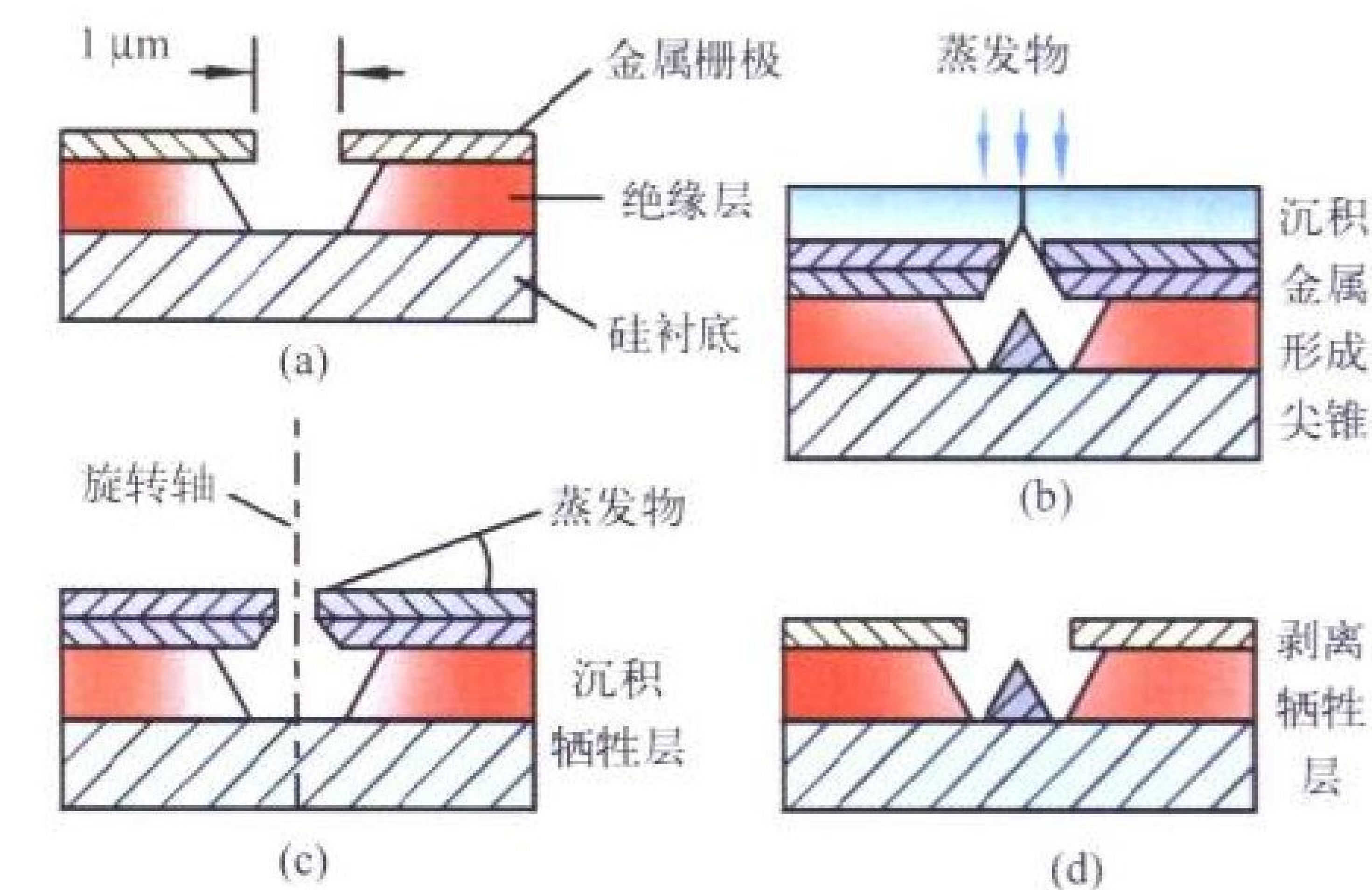



图 1 双向薄膜沉积法制造 FEA

$$J=\frac{e^3E^2}{8\pi h\phi t^2(y)}\exp\left[\frac{8\pi(2m)^{1/2}\phi^{3/2}}{3h\,eE}v(y)\right]$$

式中

$$y=\frac{(e^3E)^{1/2}}{\phi}=\frac{3.79\times10^{-4}E^{1/2}}{\phi}$$

式中 $E$ 为发射体表面电场强度（V/cm）；$e$ 为电子电荷；$h$ 为普朗克常数；$\phi$ 为功函数（eV），$v(y)$ 和 $t(y)$ 为 Nordheim 椭球函数，可以近似为：$t^2(y)=1.1$，$v(y)=0.95-y^2$。利用微细加工技术，可以将栅控微尖做成阵列，微尖密度可以达到 $10^6$～$10^9$ 个每平方厘米。其主要特点是：启动快，无预热延迟，室温工作，功耗小，电流密度大（10～2000 A/cm²），栅极启动电压在几伏到 200 V 之间。发射体材料为功函数低、耐溅射、导热性能好的材料，常用的有 Mo，W，Ti，一些碳化物和难熔金属硅化物如 ZrC、HfC、TiC、$WSi_2$、$MoSi_2$、$TiSi_2$、$TaSi_2$，新型场发射材料如金刚石、类金刚

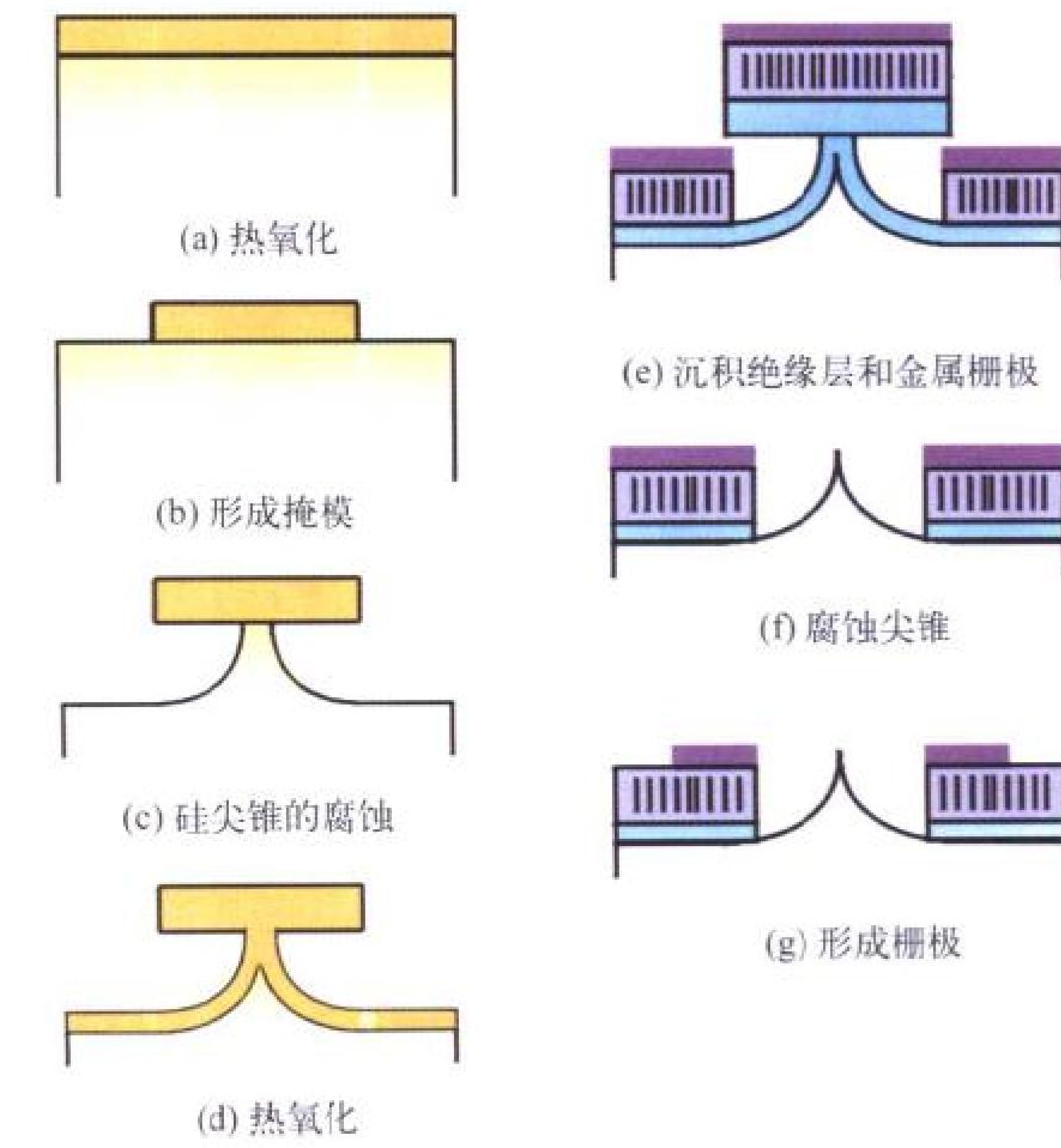



图 2 硅技术制造 FEA

石、碳纳米管等。它主要应用于真空微电子器件中的微波功率器件、场发射显示器件及真空微电子传感器等领域。制作方法主要有：(1) 双向薄膜沉积法制作尖锥形、楔形、边缘形场发射体阵列（见图 1）；(2) 定向固化技术制作锥形场发射体阵列；(3) 利用硅（见图 2）或砷化镓技术制作锥形、金字塔形和楔形场发射体阵列；(4) 采用倒模技术制造锥形、金字塔形和楔形场发射体。（撰写：冯进军　审订：廖复疆）

saibeike xiaoying

**塞贝克效应**　Seebeck effect　将两个不同导体 a 和 b 两端相连，组成一个回路，在两接头处温度不同时，回路中有电动势产生的现象，称为塞贝克效应。它是三个温差电效应之一。另外两个是帕尔帖效应和汤姆逊效应。塞贝克效应是德国物理学家塞贝克在 1821 年发现的。这种电动势称为温差电动势，这个回路称为温差电偶或热电偶，单位温度差所产生的电动势称为温差电动势率或塞贝克系数 $\alpha_{ab}$，即

$$\alpha_{ab} = dV_{ab} / dT$$

式中 $T$ 为温度；$V_{ab}$ 为 a、b 两种材料的温差电动势。$\alpha_{ab}$ 的数值主要取决于两种接触材料的性质，与温度有关，单位为 V/K。金属的温差电效应被应用于测量温度：当两个接头处的温度差与温差电动势的关系已知时，若固定一个接头处的温度（如冰点），另一个接头处的温度就可由电动势来决定。半导体的温差电动势率较大，可用来将热直接转换为电能，即制造温差发电器。使用最多的有碲化铅、碲化铋等。

（撰写：王泽深　审订：张建中）

Ⅲ－Ⅴ zu huahewu bandaoti

**Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体**　Ⅲ－Ⅴ compound semiconductor　由元素周期表中Ⅲ族和Ⅴ族元素以原子比为 1∶1 化合生成的半导体材料。其晶格结构有闪锌矿型或纤锌矿型两类（见图 1、图 2）。GaAs、InP、GaP 等是典型的代表。Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体的特点是：(1) 禁带宽度 $E_g$ 比 Si 的 $E_g$ 大，GaAs 的 $E_g$ 为 1.43 eV、InP 为 1.35 eV 等，因此制成的器件可在较高的温度（最高达 450℃）下工作；(2) 室温电子迁移率高，GaAs 为 8500 $cm^2/(V \cdot s)$，比 Si 的电子迁移率高约 5 倍，故适于作高速、高频器件；(3) 能带结构为直接跃迁型，易于产生受激辐射，可制作光电器件。这类化合物在熔点时

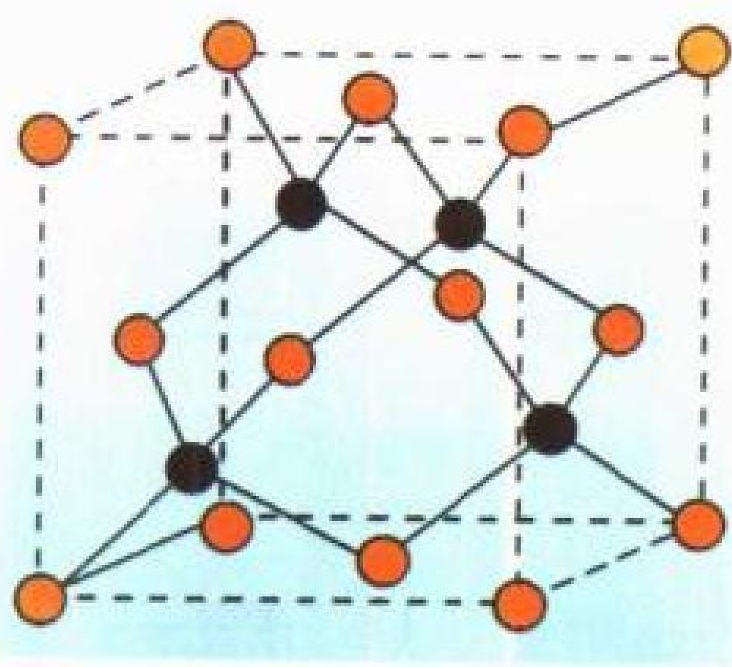


图 1　闪锌矿结构

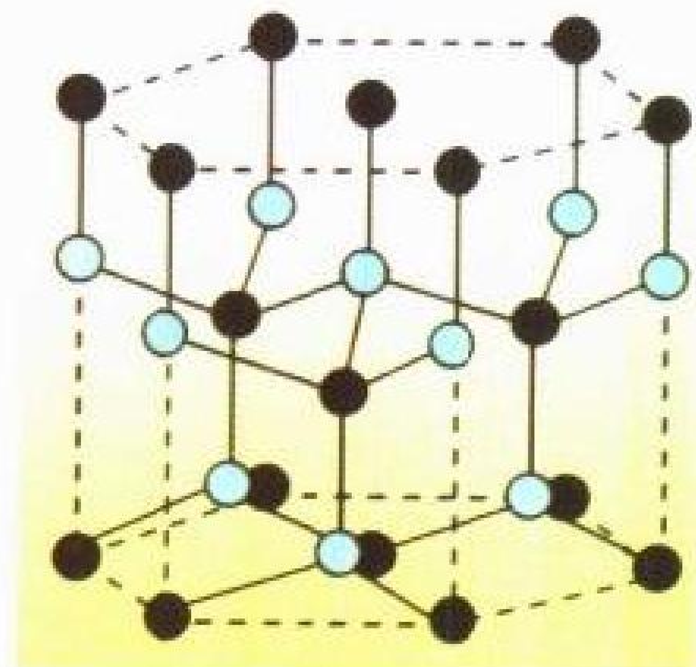


图 2　纤锌矿结构

具有很高的离解压，故其单晶生长要采用特殊方法，如水平布里奇曼法、液封直拉法等。Ⅲ－Ⅴ族化合物半导体制作的各种微波器件和微波集成电路、发光器件和激光器、太阳能电池等广泛应用于武器装备和移动通信等民用领域。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

sanfang jishu yu tixi

**三防技术与体系**　three proofs technique and system　三防是指防湿热、防霉菌、防盐雾腐蚀，是电子工业有关环境适应性的专用术语。早期在电子工业中，所谓三防体系指防潮、防霉、防盐雾，是因为潮湿、霉菌和盐雾对电子产品的侵蚀较为普遍之故。实际的气候因素和环境条件是很复杂的，既能互相影响，又能同时作用，从而加速对电子产品和器材的损害。将防潮、防霉、防盐雾演变为防湿热、防霉菌、防盐雾腐蚀更切合电子设备的实际环境。三防体系是为使电子设备达到环境适应性设计要求而应具备的条件，包括：(1) 三防设计师和环境工程专家；(2) 电子设备三防设计的管理规定；(3) 有关电子设备三防设计技术支撑性文件：① 涉及三防设计的材料、设计、工艺、检验标准；② 三防关键工艺的典型工艺规程；③ 天馈系统及微波器件的三防优化设计标准；④ 其他；(4) 通用的环境适应性设计指南；(5) 设备三防性能的试验方法剪裁和确认。

（撰写：马骖　审订：李成刚）

sanwei buxian jishu

**三维布线技术**　3D routing technique　三维空间里终端器、接插件或焊点之间的电缆、电线的连接技术。一般分为两种：(1) 传统手工三维布线，由装配者将需要连接的各终端组件用电缆电线连接起来的手工连接方式；(2) 计算机辅助三维布线，以计算机软件为辅助工具，采用组合连接方式和结构化的布线方法，具有模块化结构，能自动布线并且有开放特性等布线技术。计算机辅助三维布线是建立在三维 CAD 系统实体建模造型的基础上，完成三维空间里各终端组件间的电气连接，是三维 CAD 技术发展的产物。可简单地分成：原理图绘制、接线表生成、三维布线三大步骤。设计者将各终端组件根据电路图要求连接起来组成原理图，一张原理图可分成几个部分来画，使整个布线过程模块化、结构化，原理图是布线的根本依据，然后根据原理图生成一张反映连接关系的接线表，接线表决定了布线的正确性，设计者可在接线表中检查原理图连接的正确性，最后即可开始在三维空间布线，布线过程既可自动也可根据需要手动完成，整个布线环境都是在三维实体空间里，模拟程度极高。应用计算机辅助三维布线技术能大大缩短工时、减小差错，是当前三维布线技术发展的方向。

（撰写：周寒冰　审订：张为民　周志春）

sanwei chengxiang jishu

**三维成像技术**　3D imaging technology　对空间三维分布的目标进行雷达成像的技术。早期三维成像把像素的幅度，即散射点反射系数的测量值，作为一维，再加上目标的平面位置的二维，作为三维成像。新的三维成像技术，把目标的空间三维坐标的测量值，作为三维成像。如果再加上像素单元的幅度值，可以说是四维成像。用距离—多普勒方法得到的 SAR 二维图像，像素的幅度表示成像区域散射体雷达反射系数的测量值，没有高度信号，得不到成像区域的立体图像。为获取空间第三维信息——高度信息，SAR 干涉仪测量法是较佳的方法，这种方法可提供连续变化的像素系列高度分布图，并在整个区域上具有合理的高度分辨率。SAR 干涉仪测量可测量散射体高度，其原理是将同一区域两个 SAR 图像中相应像素的相位进行比较，为此，在 SAR 上装有两个不同高度的天线，使两个 SAR 图像由两个不同俯角得到，

两俯角差异很小，相位差由散射体的路径长度差引起。星载SAR也可采用双路径干涉仪测量法。

（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

sanzuobiao leida

**三坐标雷达** three dimensional radar 能同时给出多目标三维坐标（距离、方位角和俯仰角）数据的雷达。其体制通常有三种：(1) 采用单个笔形波束扫描所需的仰角空域；(2) 同时用多个堆积波束去覆盖所要求的仰角空域；(3) 采用多波束扫描即用一组 $N$ 个相互交叠的波束以阶跃式扫描所需仰角空域。这三种方式，其覆盖或扫描所需仰角空域都是在雷达扫描一个方位波束宽度的时间内完成。其方位面的扫描基本上都采用机械旋转方式。三坐标雷达体制的选择，在很大程度上取决于雷达扫过目标的驻留时间以及系统对驻留时间（影响数据率、多普勒处理、分集得益和反杂波的性能）的要求。二维扫描的全相控阵雷达，在理论上均可实现上述各种扫描方式（在任何维都无机械扫描），但是由于成本高，只有在不需要一部雷达实现360°的方位覆盖或远程战略防御时才会少量应用。所以，一般战术三坐标雷达在方位上仍保持机械旋转方式，而在仰角空域采用堆积多波束或相位扫描或频率扫描技术。

（撰写：吴剑旗 审订：贺瑞龙）

sanlie hanshu

**散列函数** hash function 把可变输入长度串转换成固定长度（通常更短）输出串（散列值）的一种函数。散列函数 $H(M)$ 作用于任意长的消息 $M$，返回一个固定长度的散列值 $h$

$$h = H(M)$$

对于任意长度的输入返回一个固定长度输出的函数有很多种，但是密码学中采用的散列函数通常是单向散列函数。单向散列函数应具有如下附加特性：给定 $M$，计算 $h$ 很容易；给定 $h$，计算 $M$ 很难；给定 $M$，要找到另一消息 $M'$ 满足 $H(M) = H(M')$ 很难。这里的“难”取决于环境的安全要求，多数实际的实现将“难”定义为其算法复杂性至少需 $2^{64}$ 次操作，有时甚至更多。单向散列函数的重要之处就是给出 $M$ 的惟一指纹。单向散列函数有很多名字：压缩函数、收缩函数、消息摘要、指纹、消息完整性检验（MIC）、操作检验码（MDC）等。无论怎样称呼，单向散列函数在密码学中都是一个很重要的函数。

（撰写：关义章 审订：黄月江）

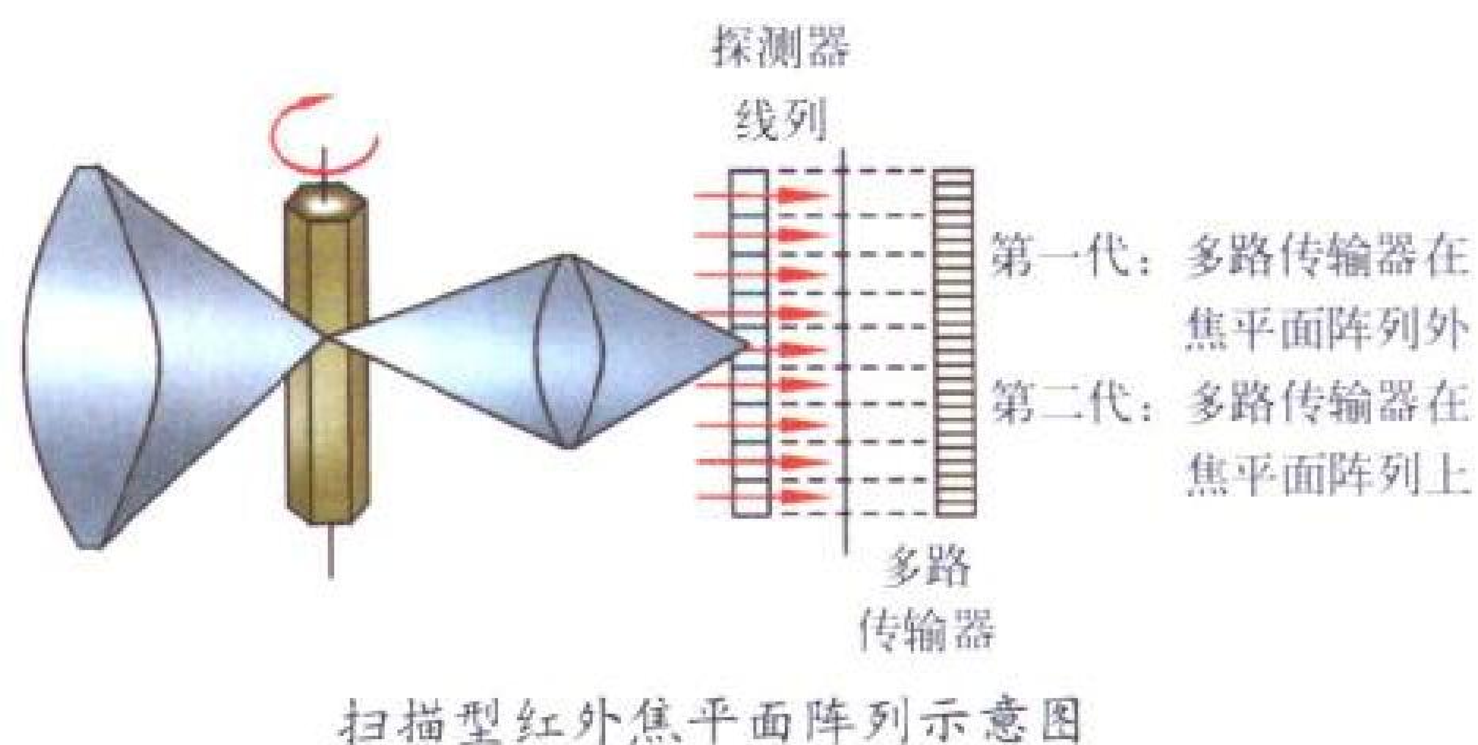
saomiao chengxiang jiguang leida

**扫描成像激光雷达** scan imaging lidar 以逐点逐行扫描方式成像的激光雷达。例如利用激光束的扫描和载机的向前运动，获得地面场景二维图像的机载激光雷达。与此同时，若用周期信号调制激光束进行相位式测距，获得至地面的距离，经数据处理后把距离信息与二维图像组合，可获得地面景物的三维图像信息。这种机载扫描成像激光雷达已成功地用于夜间航空侦察和地形测绘等。扫描成像激光雷达还可用于直升机防撞、巡航导弹避障与地形跟随等场合。

（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

saomiaoxing hongwai jiaopingmian zhenlie

**扫描型红外焦平面阵列** scanning IRFPA 采用并行扫描或串并行扫描方式实现红外成像的焦平面阵列（见图）。它包括单排、双排交错的并扫阵列和多排（可达30排）串并扫阵列。串并扫阵列相对于并扫阵列的优点是串扫方向上的阵元可对目标信号进行延时积分。光伏碲镉汞长波红外焦平面阵列由于背景通量密度及器件自身的表面漏泄等原因，在发展凝视阵列的同时，经常采用4排的串并扫体制（即4$n$，$n$ 为每排的阵列元数），如128 × 4、480 × 4 和 960 × 4。其应用有热像仪和红外搜索跟踪系统等。




扫描型红外焦平面阵列示意图

（撰写：董培芝 审订：韩建忠）

saomiaoyi

**扫描仪** scanner 利用光学扫描将平面上的文字、图形、图像、生物特征等输入计算机的一种设备。目前的产品多以像素的形式输入计算机，需由计算机加以识别与预处理后，完成对象的输入。扫描仪由光电扫描头、控制与转换电路以及必要的机械移动部分组成。扫描头由光源、光敏元件和光学系统组成。扫描仪工作时由光源照射或光线扫描对象，对象上的光反射（折射）经光学系统后到达光敏元件（通常是电荷耦合器件CCD）上，形成强弱变化的电信号输出，经模/数转换后形成各像素的数字信号。由于扫描仪可以将文字、图形、图像、照片、人体生物特征等直接输入计算机处理，它在办公自动化、档案处理、库存管理、商业应用、公安系统等领域有着广阔的应用前景。

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

saopin fangbo ganrao

**扫频方波干扰** sweep square-wave jamming 干扰信号调制方波的基频以一定的速度在某一频率范围内周期扫描，以便对天线扫描频率范围与干扰信号调制方波基频扫描范围相对应的所有相关雷达系统所实施的一种干扰。扫频方波干扰是角度欺骗干扰的一种样式。通过这种干扰，可使雷达的角度跟踪出现周期性的不稳，从而达到干扰的目的。扫频方波干扰主要用来对付隐蔽圆锥扫描雷达的角跟踪系统。

（撰写：王燕 审订：索以宾）

saopin ganrao

**扫频干扰** sweep jamming 干扰机的干扰频率（频带）能以一定的速度在某一频率范围内周期扫描，以便对该频率范围内所有相关的电子设备实施干扰的一种技术。在通信对抗中，干扰机以扫频方式对某一频段内的各个信道（或某几个固定信道）逐一进行电子干扰。在雷达（或水声）对抗中，干扰机发射窄带噪声干扰，并在某一频率范围内周期扫掠，以便对该频率范围内的所有雷达（或声呐）进行电子干扰。实质上，扫频式干扰是采用瞄准式干扰的窄带干扰信号在很宽的频带上进行快速扫掠，这种干扰既具有较高干扰功率谱密度，又可以得到宽带干扰的效果。

（撰写：王燕 审订：索以宾）

saopin xinhaoyuan

**扫频信号源** sweep signal generator 一种具有输出频率在一定范围内连续扫描能力的信号源。它主要用于测量系统或元器件在特定频带内的特性曲线。扫频信号源在扫频过程中，扫描频率与标称频率的差定义为扫频准确度，一般表示为绝对频差与总扫频宽度之比。与点频信号源的频率切换时间相对应，扫频信号源的扫频速度是完成一定频率覆盖所需要的时间。扫频速度取决于仪器内振荡源的响应速度，在实时测试中对扫频速度有较高的要求；在实际应用中，扫源的扫速应与测量系统的速度匹配，因此扫源的扫速应该能够在一定范围内连续调节，一般在数十毫秒到数十秒之间。合成扫源是特指具有模拟扫频功能的合成源。与步进扫频相比，模拟扫频消除了跳频间隔、真正实现了频率的连续变化。合成扫频信号源的原理图如图所示。

合成扫频信号源原理图

（撰写：王厚军 审订：陈光禹）

sexin jingti

**色心晶体** color center crystal 一类含有色心的光学晶体。色心是晶体中的光学吸收中心，它是一种结构缺陷和电子缺陷。色心现象在许多晶体如碱金属卤化物、碱土金属氟化物和金属氯化物中普遍存在，色心可以利用射线辐照方法、掺杂、加入过量组分或电解等方法产生，最常见的一种色心是碱金属卤化物中的 F 心，它是一个负离子空位俘获一个电子所构成的系统。其他重要的色心有正离子空位俘获空穴形成的 V 心，以及复合结构的 H 心、M 心和 R 心。杂质进入晶体也可能产生色心，如氢进入碱金属卤化物会产生 U 心。利用含有色心的晶体可制作可调谐激光器。

（撰写：张振亚 审订：桂尤喜）

shangxing lianlu

**上行链路** uplink 又称上行线路。地面站至航天器的测控、通信线路。用于传送地面站到航天器的无线电测控、通信信号。影响上行链路传输质量的因素有：(1)地面站有效辐射功率 EIRP 值；(2) 航天器应答机（转发器）的品质因素 G/T 值；(3) 空间电波传播路径。一般系统设计完成后 EIRP 值和 G/T 值变化甚微，而影响传输质量的主要因素是空间电波传播路径。包括：大气层中水蒸气、雾、云、雨、雪对电波的吸收；大气层折射对测角、测距和测速精度的影响；航天器主动段运载火箭火焰对电波的衰减；航天器高速再入大气层时，在航天器周围形成的电离气体层（俗称再入等离子体鞘套）对电波传播的衰减，严重时引起上行信号的中断（即黑障区）。此外，在天线低俯仰角工作时，多径效应对测量精度和遥控误码率都有影响。

（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾晏中）

sheji ouhe luoji dianlu

**射极耦合逻辑电路** emitter coupled logic circuit (ECL) 由多个晶体管的发射极相互耦合加上射极跟随器组成的电路。它是使晶体管工作于非饱和状态的电流开关电路，因而又称为电流型逻辑电路。一种典型的射极耦合逻辑电路如图所示。这种逻辑电路的最大特点是开关速度快(已达纳秒以下延迟水平)、逻辑功能强、扇出能力大、集成度高、可用传输线连接、抗辐射性能好。缺点是功耗比晶体管—晶体管逻辑电路的大、噪声容限较小、抗干扰能力差。它主要应用于计算机、通信等高速高性能系统。

射极耦合逻辑电路

（撰写：景佩苏 审订：金毓铨）

shepin zukang celiang

**射频阻抗测量** radio frequency impedance measurement 在射频频率下，测量元件或电路的阻抗。射频阻抗测量方法主要有：(1) 反射系数法，先求出被测件的反射系数，再换算出阻抗参数；(2) 射频电流—电压法，直接检测被测件两端的矢量电压和流经被测件的矢量电流，而得到被测件的射频阻抗；(3) 高/低阻抗法，为了提高高阻抗和低阻抗的测量精度，在测试端口采用可拆卸式高阻抗和低阻抗测试头，精确测量被测件的射频阻抗。由于通信等电子产品广泛使用射频段，因此射频阻抗测量已成为科研及产品设计的一个重要方面，不仅广泛用于分立元件（$L$、$C$、$R$）射频参数测量，而且广泛用于高 Q 器件和材料参数的测量。

（撰写：李为民 审订：陈光禹）

shenfen renzheng

**身份认证** personal identity authentication 被访问系统确认访问者身份真实性的过程。在信息系统安全中，访问控制服务是很重要的一种安全服务，其核心是身份认证。当用户通过网络与计算机对话时，可能增加假冒攻击和重放攻击的危险性。为了防止假冒和重放攻击，必须正确地认证用户身份。身份认证过程必须是能被用户接受的、经济安全的。身份认证要依靠以下几种信息：(1) 已知的信息，如口令；(2) 已有的信息，如存放有表征用户惟一性信息的 IC 卡或智能卡；(3) 个人生理特征信息，如指纹。身份认证过程是一系列按规定的步骤运行的集合，产生的结果是对一方或多方身份的确认。身份认证也可以用基于“询问—应答”的身份识别协议，如用对称密码的共享秘密密钥进行认证或用公钥密码体制的身份认证。

（撰写：关义章 审订：黄月江）

shenhuajia jicheng dianlu

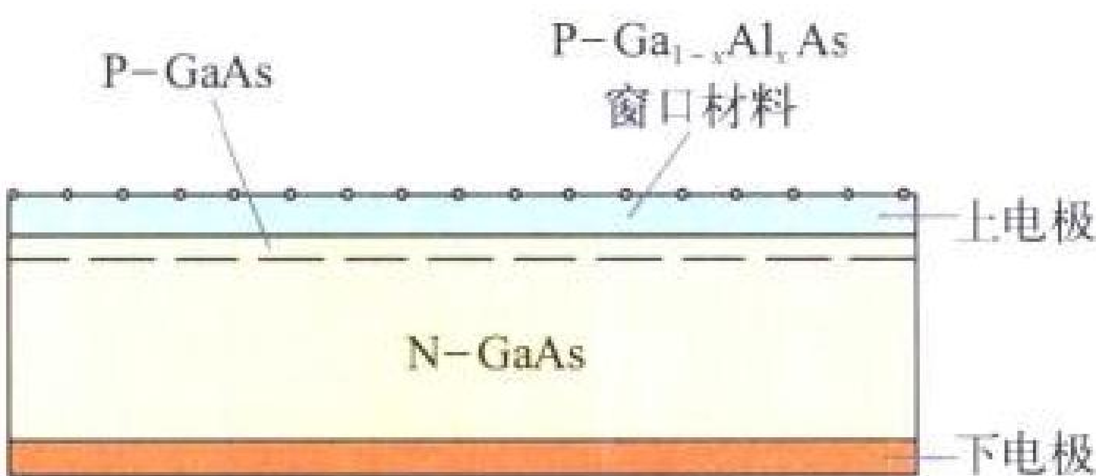
**砷化镓集成电路** GaAs integrated circuit (GaAs IC) 采用 GaAs 半导体材料制作的单片集成电路。1966年，C.A.Mead 发明了 GaAs 肖特基势垒栅场效应晶体管 (GaAs MESFET)。1974 年，HP 公司报道了以 GaAs 为衬底的高速数字集成电

路试制品，1975 年英国 Plessy 公司研制出了第一块 GaAs 微波单片集成电路。GaAs 半导体材料的禁带宽度宽、载流子迁移率和漂移速度比 Si 高几倍，同时半绝缘 GaAs 材料是很好的微波传输介质，因此该材料在超高速集成电路及微波集成电路领域得到广泛应用，发展迅速。由于 GaAs 微波集成电路具有体积小、重量轻、可靠性高、成本低、性能优良等优点，因此在军事领域有很大的优势。GaAs 集成电路已在电子对抗、雷达、灵巧武器、军事和民用通信系统中得到广泛使用。此外，GaAs 集成电路在拓宽工作环境的温度范围和提高抗辐射能力方面也具有明显的潜力。

（撰写：景佩苏　审订：金毓铨）

shenhuajia taiyang dianchi

**砷化镓太阳电池**　gallium arsenide solar cell　用砷化镓为基体材料制成的太阳电池。如图所示为砷化镓太阳电池结构示意。砷化镓比硅的禁带宽度大，与太阳光谱匹配比硅好，



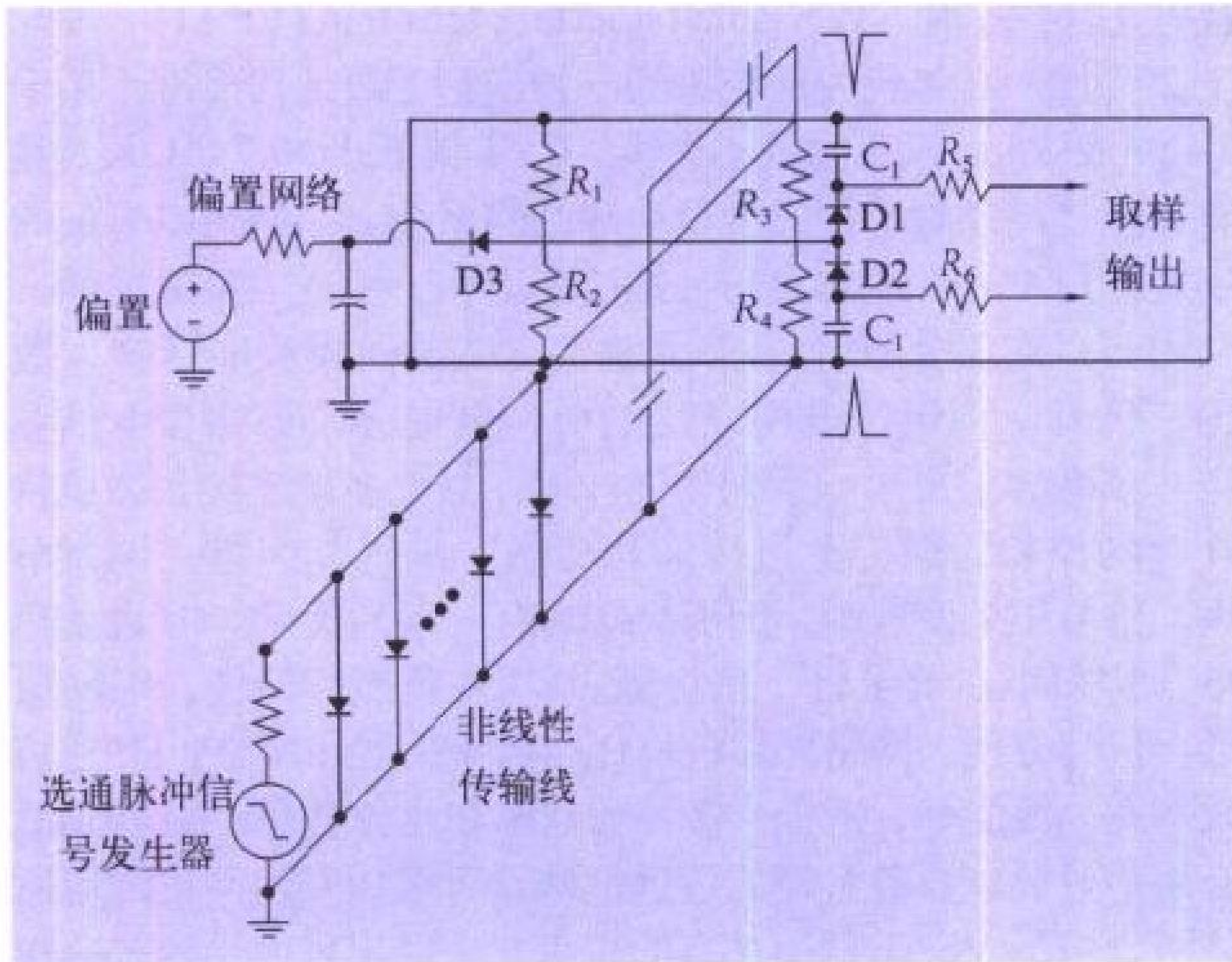

砷化镓太阳电池结构示意图

因此砷化镓太阳电池的光电转换效率也比硅太阳电池高。砷化镓太阳电池常用的制作方法是金属有机化学气相淀积法(MOCVD)或液相外延法(LPE)。在锗单晶衬底上或砷化镓衬底上连续外延多层不同导电类型的砷化镓而形成 P-N 结，再制作上、下电极、减反射膜而制成电池。砷化镓电池与硅电池相比，虽然成本高，但光电转换效率也高，而且具有耐高温、耐高能粒子辐照的特点，它的温度系数又比硅太阳电池约小 1 倍，因此，非常适合于空间应用。目前航天器电源系统中应用砷化镓太阳电池的比例呈逐年上升趋势。

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

shenhuajia tanceqi

**砷化镓探测器**　GaAs detector　采用 GaAs 作光敏材料制成的一种高速肖特基势垒光电二极管（见图）。其截止波长约




与取样电路集成的
GaAs 肖特基势垒光电二极管探测器原理图

为 0.9 μm，适用于可见光和近红外波段。它可与电子电路、光电子电路及光波导相集成，以提高性能，增加带宽，或减小光的耦合损耗，降低封装成本。它还有可能与光放大器、波长调谐元件集成。该种探测器在波长区的频响超过 200 GHz，主要应用包括通信、大容量局域网和仪器设备等。

（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

shendu chuanganqi

**深度传感器**　depth transducer　能感受被测深度并能将其按照规定转换成可用的输出信号的传感器。这种传感器主要用来探测海、湖的水深和水下目标。

深度传感器原理简图

按工作原理有压力压差式、超声波式、电容式等传感器。其结构与工作原理有关，压差式是利用被测介质的深度在被测压差传感器一个面上产生的压力与参考压力之差来反应被测介质所在的深度；超声波式是利用超声波从被测参考点到深度底面的反射波来判定其深度的相对值；电容式是利用深度变化对电容中的介质或极间距的变化来实现对深度的测量。如图所示为一种用超声波的方法来探测海水深度的原理。此外，用声呐也可探测海水的深度。

压差式的深度传感器主要适用于密度较大的流体介质；超声波式可透过液体测量观测点至固体物质表面的距离；而电容式除可完成上述两种功能外，还可对密度较小的介质进行测量。（撰写：范茂军　刘广玉　审订：胡爱民　樊尚春）

shenkong cekong

**深空测控**　deep space TT&C　对围绕地球运动极限轨道以外的航天器进行跟踪、测量、控制和信息传输的技术。完成地面到航天器控制指令以及航天器到地面的科学数据、工程数据和图像数据等的传输，确定航天器的位置、速度、加速度。该系统的载波频率采用 S/X 频段，今后将向 Ka 频段发展。深空测控的最大难点是遥远距离的测控通信，通常在地

典型的深空 TT&C 系统

球上采用数十米至数百米的大口径天线、高灵敏度全数字接收机、大功率发射机以及特殊的信号形式，接收深空探测器从遥远距离发回的各种数据。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

shenjing wangluo xinpian

**神经网络芯片**　neural network process chip,neural chip　实现人工神经网络处理的芯片。包括超大规模集成电路（VLSI）神经网络芯片、光器件芯片以及分子器件芯片等三种类型神经网络芯片。人工神经网络处理系统的基本功能部件为人工神经元和神经元之间的连接部件两类，其基本特点是以并行结构处理信息、以分布方式存储信息、以包括结构变化在内的动态过程来实现智能。目前硅 VLSI 神经网络芯片最成熟，并已用于图像处理。它可分为模拟 VLSI、数字 VLSI 以及模数混合 VLSI 等不同的实现方式。模拟 VLSI 神经网络芯片速度快、集成度高、可进行非线性运算。数字 VLSI 技术抗干扰性好、速度快。模数混合 VLSI 兼容了模拟和数字的优点。光神经网络芯片是通过全息光元件，空域光调制器以及光阈值开关阵列等组合构建的，其特点为信息输入、处理和输出均为并行，其参数易进行调节。但目前体积大、成本高、灵活性差、相关技术尚不够成熟。从原理上来看分子器件最适合于构建神经网络芯片。人们已经模仿生物神经元的结构，在芯片中构建工作于液体环境的膜器件，模拟神经脉冲的发放过程，并构建成网络，以逐步实现具有真正智能的神经网络芯片。不过要实现实用化的生物神经元芯片还有待时日，一些关键性问题如器件机理和材料等尚有待于探索。

（撰写：陆祖宏　审订：林金庭）

shenjingyuan jisuanji

**神经元计算机**　neuron computer　一种基于神经元模型和（人工）神经网络原理的非传统的、新型计算机。神经元计算机的基本思想是把脑神经网络看作是由大量神经元互联而成的。每个神经元及每一个连接，都由与之对应的物理器件构成，组成人工神经网络，通过诸神经元（处理单元）相互作用、交换信息使神经网络整体进行信息处理。神经元是组成神经网络的基本单元。自第一个神经元模型（即 M–P 模型）问世至今，已经有许多有关神经元的模型。用神经器件（可以是电子器件、光学器件、生物器件及磁性器件等）物理上实现不同的神经元模型及采用不同的连接（用权值表示连接强度）方式，从而构成了基于各种各样神经网络的神经计算机。传统的计算机是模拟人基于符号化概念的抽象思维的信息处理功能，即实现符号计算。而神经计算机，则是在生物神经网络微观结构这一层次上模拟其刺激—反应，自适应调整的信息处理功能，即实现神经计算。神经计算实质上是（人工）神经网络在经过学习/训练后所表现出来的输出对输入信息的自适应性反应，所谓的学习/训练也是对来自外部刺激的适应性反应，就内部机制而言，是对神经元间的连接及其权值分布的修改和调整，而这个调整的过程描述就是学习算法。神经元计算机具有并行处理、速度快、学习、自组织、分布式存储等特征，在模式识别、故障检测、知识处理、自适应控制、智能机器人等领域有着广泛的应用。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

S

shendimalü huayin bianma

**甚低码率话音编码**　speech coding with very low bit rates　码率低于 2400 b/s 的话音编码，属于参数编码。主要用于：窄带劣质信道数字式话音通信、多为军用，如机载短波数字式电话，其码率可低到 800 ～ 400 b/s；抵制人为强干扰的数字式电话，以甚低的码率保证数传抗干扰编码的码率扩充；话音存储，可节省存储空间；更主要的是作为语音识别和话音自动控制的基本技术。它的原理是进一步剔除话音中的“听辨”信息多余度。主要技术有：帧填充（把声码器的码串隔帧传送，收信端再按照话音规律将未传送的帧填充），码率可压缩到 1200 ～ 800b/s；“超帧”处理（把 4 个帧看作 1 个超帧，以 8 种不同的构型表征这些超帧），码率可压缩到 600 b/s；矢量量化（把一组矢量视为一体，按其整体结构与已知的一些矢量比较，将其最接近的矢量以少量码传送），码率可低到 600 ～ 400 b/s；“块”处理技术（把很多帧串在一起加以处理，典型的例子是音节声码器——按音节分段，与已存的码书对比，传送接近该段的地址码），码率可压缩到 400～150 b/s；固化话音处理（实际上是一种有限词汇的语音识别技术），码率可低到 100 b/s。我国已使用了 1200 b/s 声码器。发达国家已将 400 b/s 的设备用于军用。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

shendipin tongxin

**甚低频通信**　very low frequency communication, VLF communication　又称甚长波通信。利用 3 ～ 30 kHz（波长 100～10 km）频段的无线电波进行的无线电通信。甚低频频段无线电波波长很长，通常认为它是在一个由地球表面和电离层（白天为 D 层下边界，晚上为 E 层下边界）构成的球形波导内传播。甚低频段无线电波具有如下特点：⑴ 在大气中传播衰减小（2 ～2.5 dB/km）；⑵ 传播稳定；⑶ 可穿透电离层和土壤；⑷ 在海水中传播衰减较小（约 3 dB/m），能穿透海水（15 ～30 m）。甚低频通信是世界各国海军对舰艇远程通信和对潜艇通信、指挥的主要手段。甚低频通信主要采用等幅报、移频报以及最小移频键控等调制制度。此外，甚低频通信还可应用于远程无线电通信、标准信号（时间、频率和相位）的通播、远程导航以及宇宙通信、地下通信等领域。不足之处在于其载频较低，能够传输的信息速率相对较低。

（撰写：刘斌　审订：舒治安）

shenxiaokoujing zhongduan

**甚小口径终端**　very small aperture terminal (VSAT)　国际上 20 世纪 80 年代发展起来的一种新型卫星通信终端。用于 2.4 m 或 4.5 m 以下的较小天线，G/T 值低于 19.7 dB/K、具有智能化控制的小型或微型地球站的系统。小站可以方便的安装在用户处。通常它与大站协同工作，组成卫星通信网。网内可以有数十或上千个小站，支持单向或双向话音、数据、传真、图像、电视以及电话、电视会议等综合电信业务。该终端采用了一系列先进技术：高效多址连接、微机软件、网控和管理、分组传输和交换、编码和纠错、调制解调、信号压缩处理等，因而终端具有一系列优点：⑴ 设备简单、体积小、重量轻、造价低；⑵ 安装操作简便，组网灵活，接续方便，网络部件模块化，易于扩展和调整；⑶ 通信效率高，性能好，适合于多种数据率和业务类型；⑷ 特别适合用户分散，业务量轻的边远地域，可组成专用网或公用通信网。由于 VSAT 网所具有的特点，一经出现便受到普遍欢迎，发展迅速，业已成为卫星通信的重要分支。

（撰写：王巨楠　审订：李振邦）

shengwu chuanganqi

**生物传感器** biological transducer, biological sensor 利用生物活性物质选择识别分子功能，并能感受规定的生物量且可转换成可用输出信号的化学传感器（见图1、图2）。

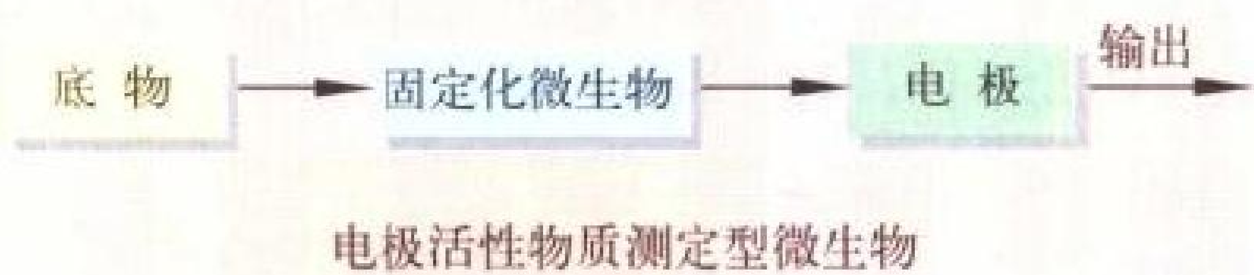



图1 生物传感器原理图

生物传感器是一个多学科综合交叉的产物，它的原理是利用固定化的生物体成分（酶、抗原、抗体、激素等）或生物体本身（细胞、微生物、组织等）作为敏感元件，与被测的化学量或生物量相作用后，发生相应的化学变化或物理变化，然后由生物传感器中的能量转换器将这种变化转换为易于测量的电信号。生物传感器分为酶电极传感器和光纤生物传感器。酶电极传感器是在电化学电极的顶端涂有一层酶的生物敏感膜，与待测物质接触时产生一种电活性物质，可用电极来检测这种物质。主要用于食品工业、生化分析等。光纤生物传感器是利用一些物质（如氧）对某些荧光指示剂的荧光有淬灭作用，把检测某种物质（如葡萄糖）的酶固定于用该荧光指示剂作为（氧）光极的上面，当被测物（葡萄糖）与检测酶（葡萄糖氧化酶）作用时，产生光极物质（氧），它将改变光极的光学特性，检测反射光的变化则可检测生物物质，包括对各种激素蛋白、酶、类固醇等生物大分子、生物活性物质的

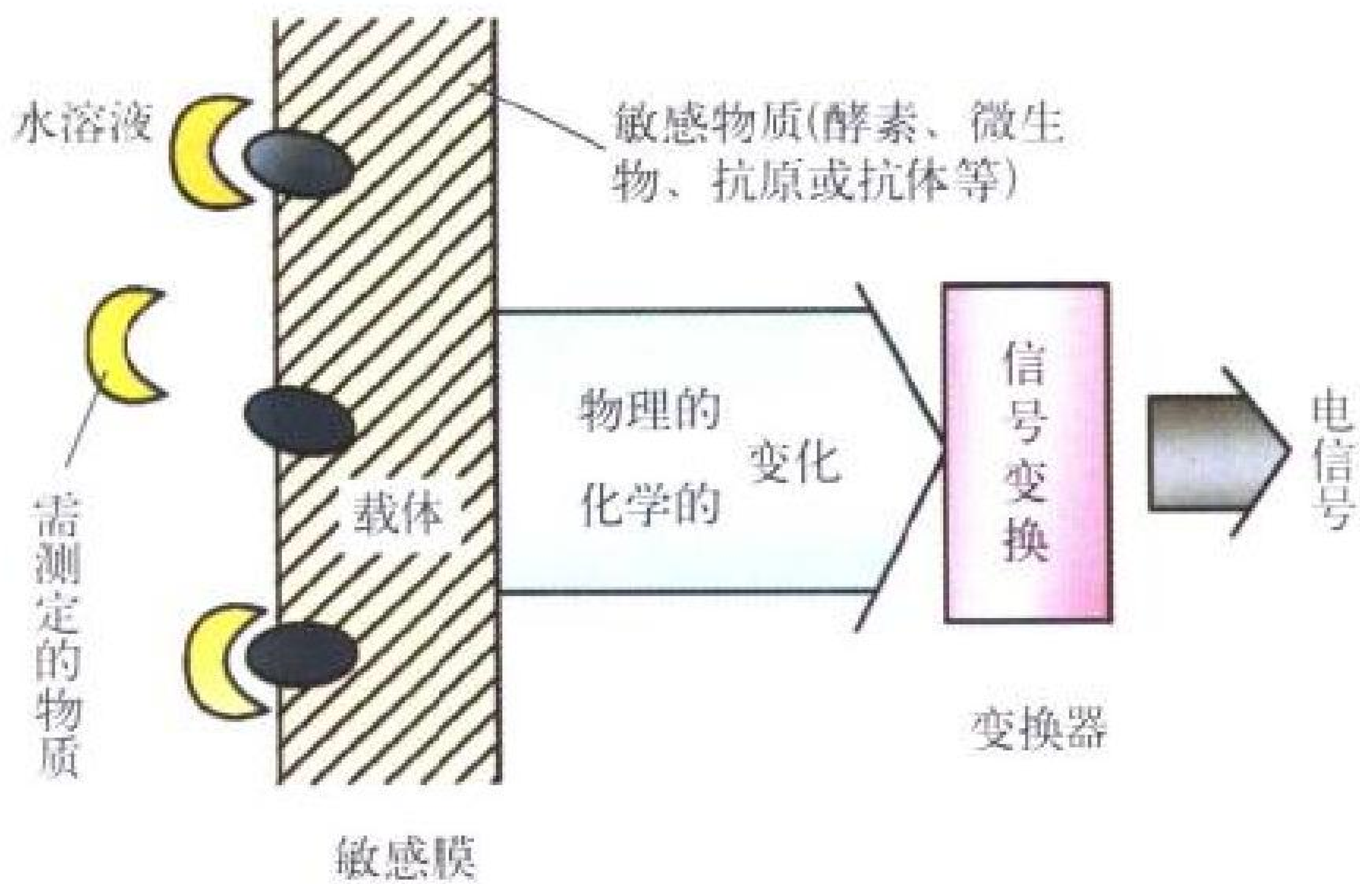



图2 生物传感器原理简图

测定以及动物细胞、发面酵母及各种杆菌、霉菌、有机酸等的测量。生物传感器在生物医学、发酵工业有着广泛的应用前景。（撰写：范茂军 刘广玉 审订：胡爱民）

shengwu dianzi jishu

**生物电子技术** bioelectronic technology 电子信息技术和生命科学（含医学）交叉渗透形成的一门新兴技术。它综合应用电子信息科学的理论和方法，从工程科学的角度在不同的层次上研究生物及人体的结构和功能，为生命科学和医学的发展服务。大致包含7个方面的内容：⑴生物信息的检测技术，对携带有生物结构和特征信息的化学量和物理量的检测以及设计制造所需传感器件和系统；⑵生物医学信号处理技术，生物医学信号的特点具有随机性、时变性和强背景噪声等，针对这些特点研究信号的分析、辨别、分类、存储以及显示等技术；⑶生物系统的建模与仿真，在不同的层次上对生物体中某一功能分系统（如神经系统、免疫系统）建立数理模型，模拟其功能；⑷场与生物体的作用，辐射场（声、光、电磁）在生物体中的传播、能量转换及相互作用的规律及其应用；⑸分子和生物分子电子学，研究分子组装技术和加工技术，探索由分子器件构建的并行分布式仿生计算机；⑹生物医学信息学，利用现代计算机及其网络技术、发展生物医学数据（包括基因等分子数据）的分析、处理、存储、传输以及可视化技术，医院的信息化环境和远程医疗也是近期的热点；⑺生物医学仪器，医学治疗、诊断、监护、模拟和管理方面的仪器及其相关电子技术，特别是计算机在各种生物医学仪器中的应用技术。

（撰写：陆祖宏 审订：林金庭）

shengwu dianzixue

**生物电子学** bioelectronics 从生物学和电子学的角度，研究生命现象中能量转移、信息传递的有关过程及其应用的学科，也可以说是将电子学理论和电子技术应用于研究与解决生物学、医学等学科问题的一门集电子学、生物学和医学等相互交叉渗透的前沿学科。作为一门新兴的技术学科，生物电子学目前尚在形成和发展中，但可以预料，随着它的形成和发展将大大促进生命科学的研究和生物科学技术的发展，以至对21世纪整个科学技术的发展和人类日常生活都将产生重大的影响。近年来，国际上对生物学和生物技术的研究十分活跃，生物电子学和生物电子技术的研究也有新的发展，与此相关的生物芯片、生物传感器、生物计算机、生物医学仪器，以及生物信息技术等的研究正在深入进行。生物芯片，无论硅基或是非硅基的，国内外的研究工作都取得了一定的进展。（撰写：邝心湖 审订：黄史坚）

shengwu xinpian

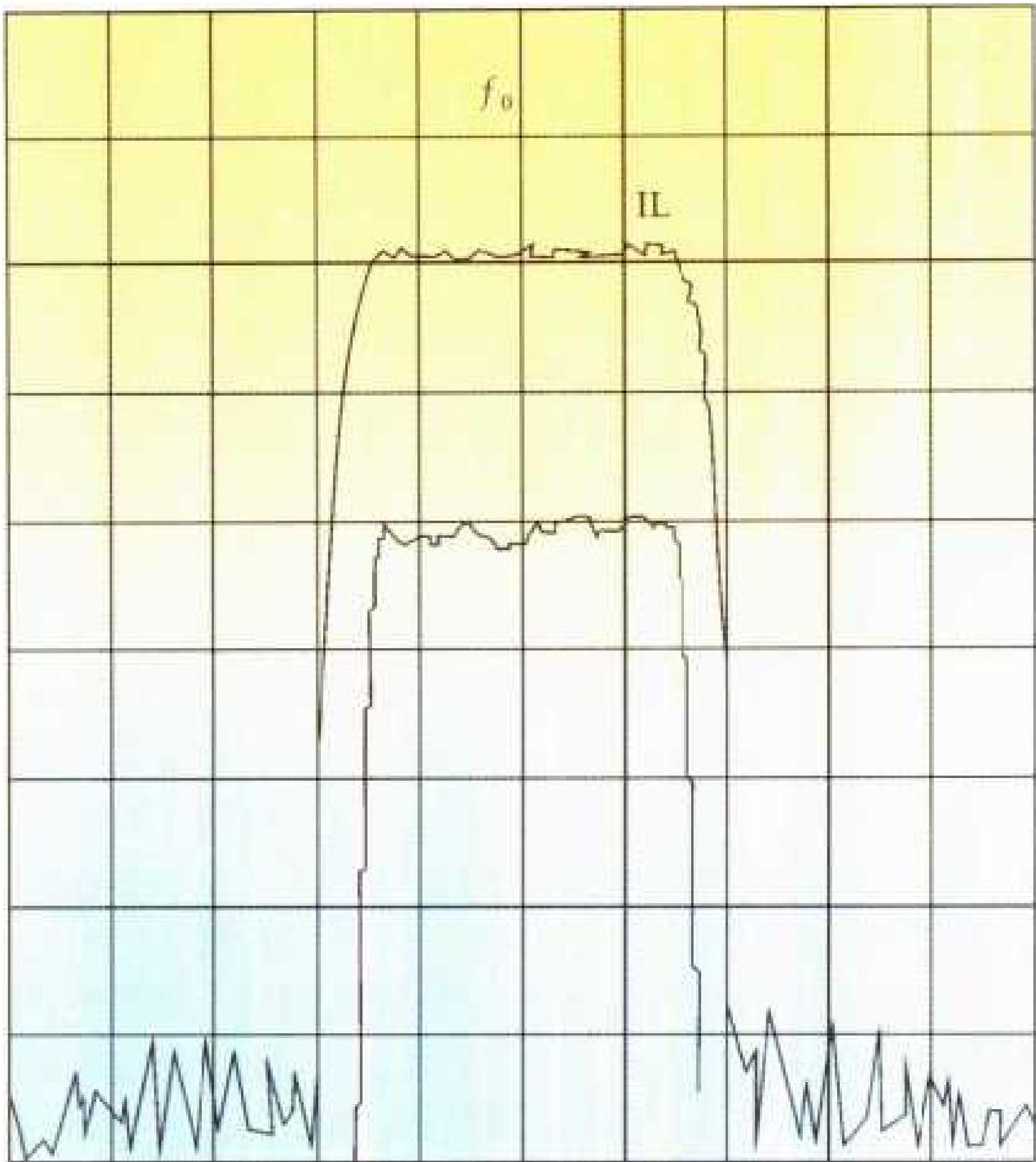
**生物芯片** biochip 综合微加工技术和现代生物技术、构建用于获取和处理生物信息的微器件芯片或微系统芯片。最初生物芯片主要指通过微组装方法研制的可实现信息获取、储存、处理、转换和传输的分子器件，构建仿生信息处理系统和生物计算机。20世纪90年代诞生了一类新的生物芯片，即微型化和芯片化的生物分析器件或系统，用于细胞、蛋白质、核酸以及其他生物参数的准确、快速、大信息量的检测和筛选。基因芯片是最重要的一种生物芯片，芯片上集成了数万甚至数百万的基因探针，能够在同一时间内分析大量的核酸序列信息，准确高效地读取生命的程序。生物芯片将是基因组功能研究的重要工具，可为人类重大疾病如癌症、心血管病的机理研究、分子诊断和治疗提供手段，将使医学发展更快地进入分子水平。生物芯片采用微细加工技术，可实现批量化、标准化生产，通过提高集成度降低单个芯片的成本，可把生物样品的处理、分离、扩增、杂交、检测等不同功能单元集成为芯片实验室，制成微型化、全自动、无污染、可用于微量样品检测的智能化生物芯片。

（撰写：陆祖宏 审订：林金庭）

shengbiaomianbo daitong lüboqi

**声表面波带通滤波器** SAW bandpass filter 用声表面波技术制作的具有带通特性的频率选择器件。它由表面高度光洁的压电基片及在其上面敷设的金属叉指换能器对，以及其他如多条耦合器、反射器等构成，器件的传递函数主要由叉指换能器的结构决定。叉指换能器的谐振特性决定了声表面波滤波器具有带通特性，其幅频特性如图所示。它广泛用于

目前所有电子系统，是当前军民用电子系统射频、中频信号频域处理的基础器件。




SAW 滤波器幅频特性图

（撰写：母开明　审订：胡爱民）

shengbiaomianbo duoluqi

**声表面波多路器**　SAW multiplexor　又称 SAW 滤波器组。其主要功能是将信号群在频域上分路。它的实际结构是由多个通带相邻(或邻接)的滤波器构成，分为一端输入多端输出和多端输入多端输出两类，它是信道化接收机和直接式频率合成器的关键性基础构件。

（撰写：母开明　审订：胡爱民）

shengbiaomianbo juanjiqi xiangguanqi

**声表面波卷积器/相关器**　SAW convolver/correlator　利用两束相向传播的声表面波的非线性互作用实现信号的卷积或相关运算的装置。卷积和相关是两种数学运算。一般对确知的信号 $f_1(t)$，$t$ [0，$T_1$] 和 $f_2$[0，$T_2$] 的卷积表示为

$$C(t)=\int_{\Delta}^{\Delta(T_1+T_2)} f_1(t)f_2(\tau-t)\,\mathrm{d}\tau$$

而它们的相关则表示为

$$R(t)=1/T\int_{\Delta}^{\Delta(T_1+T_2)} f_1(t)f_2(\tau-t)\,\mathrm{d}\tau$$

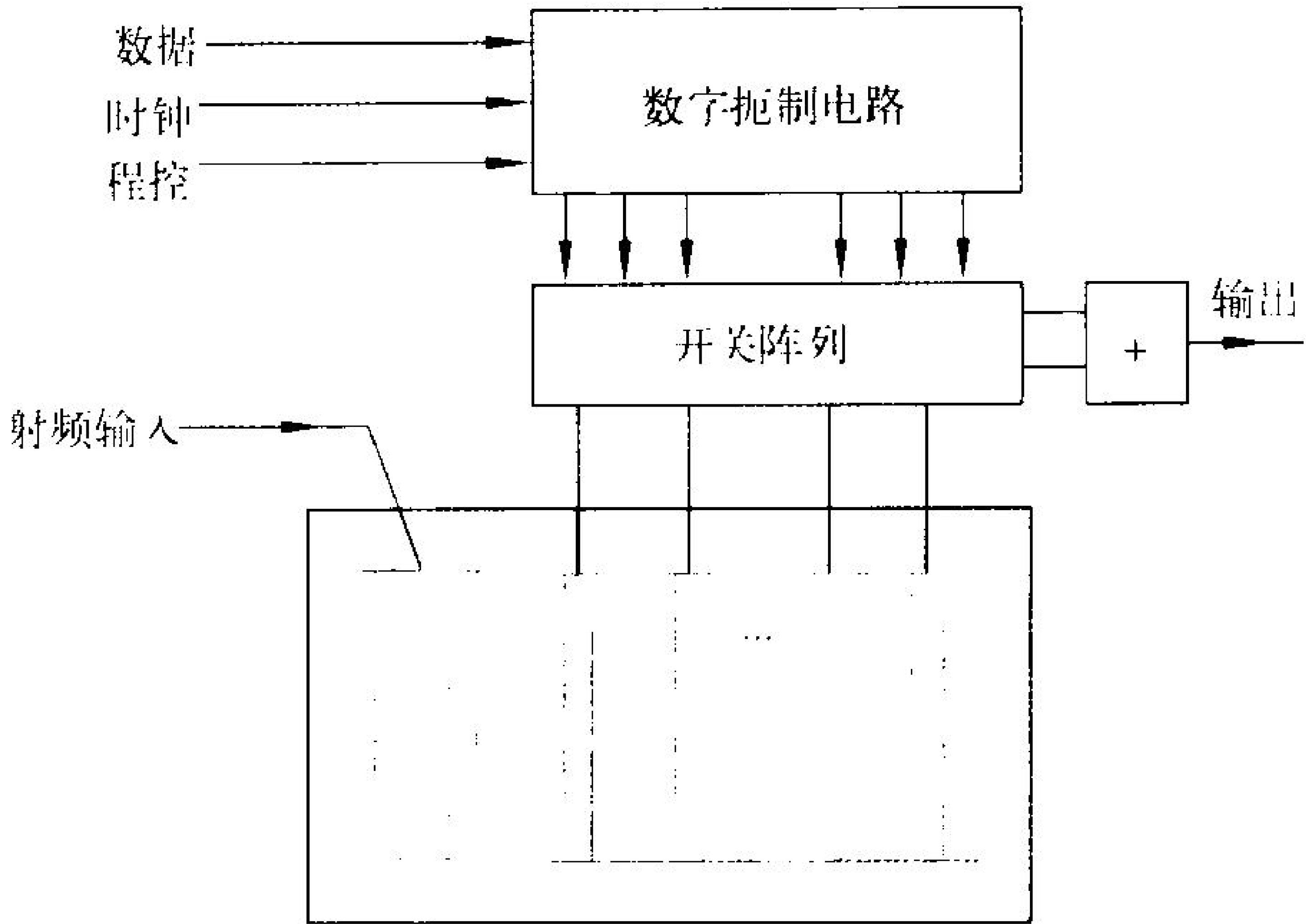
声表面波卷积器/相关器一般由具有波束压缩功能的聚焦叉指换能器或叉指换能器加波束压缩的多条耦合器和波导、积分电极构成。

根据结构和非线性作用的本质又分为弹性卷积器、声电卷积器和存储相关器等。主要用于对直接序列扩频信号的相关处理。

（撰写：母开明　审订：胡爱民）

shengbiaomianbo kebiancheng xiangguanqi

**声表面波可编程相关器**　SAW programmable correlator　又称 SAW 可编程抽头延迟线。由 SAW 抽头延迟线、混合集成控制电路和开关阵列电路组成的模块。通过程序控制，可以使这种器件与具有相同码速率和码长而伪码形式不同的信号匹配，使之具有更强的灵活性和适应能力。它是扩频通信技术中扩频和解扩频的关键器件，亦可用于脉冲压缩，目前具有实用水平的器件的工作频率为 10 ～ 1000 MHz，可编程抽头位数可达 256 位，其结构如图所示。




声表面波可编程相关器原理图

（撰写：母开明　审订：胡爱民）

shengbiaomianbo maichong yasuo zixitong

**声表面波脉冲压缩子系统**　SAW pulse compressions subsystem　由声表面波器件(SAW 色散延迟线)或电路技术或数字技术产生调频信号作为发射信号源和用 SAW 色散延迟线匹配滤波或匹配加权滤波的脉冲压缩滤波器组成，以此为主要功能即以 SAW 色散延迟线为核心产生调频信号并将接收的调频信号进行压缩和加权滤波的子系统。主要用于脉冲压缩雷达信号产生及压缩处理。

（撰写：母开明　审订：胡爱民）

shengbiaomianbo pinlü hechengqi

**声表面波频率合成器**　SAW frequency synthesizer　用声表面波谐振器或延迟线作为频率控制元件，用声表面波滤波器

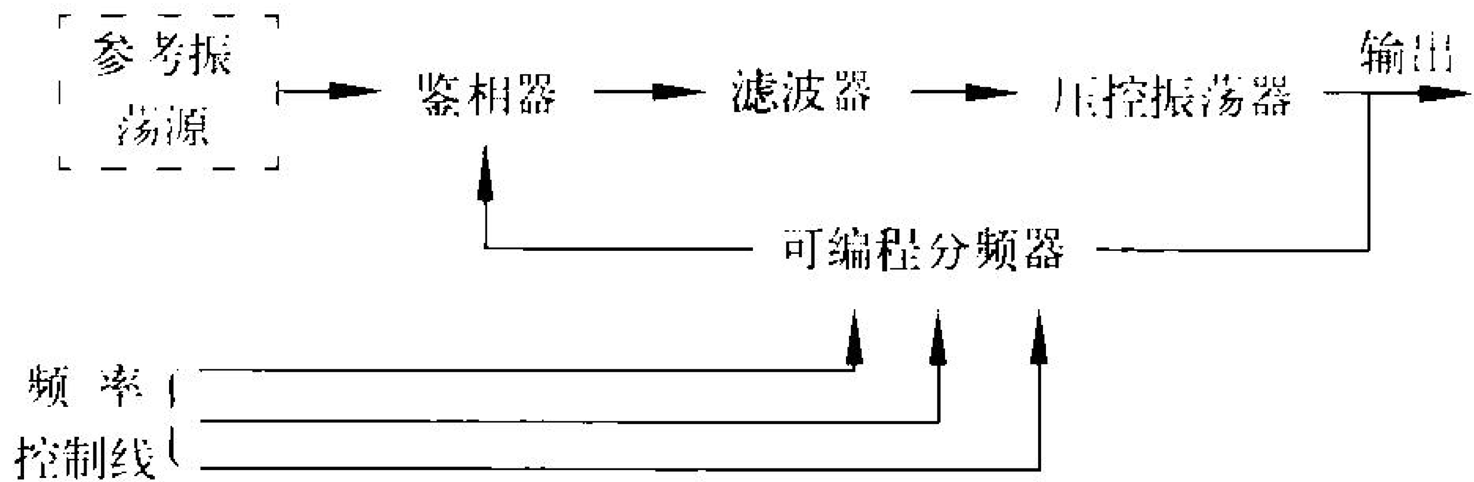



图 1　间接(锁相环)频率合成器原理框图

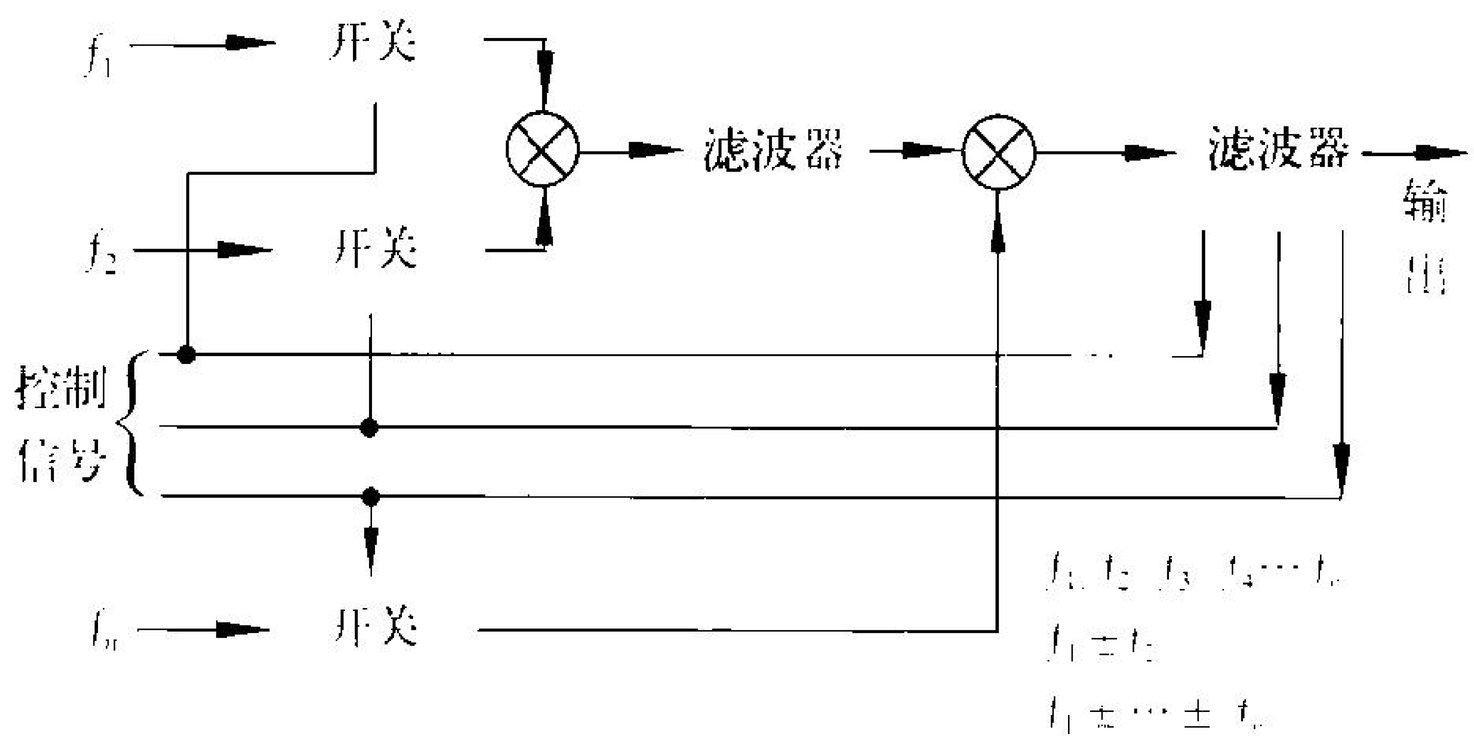



图 2　直接频率合成器原理图

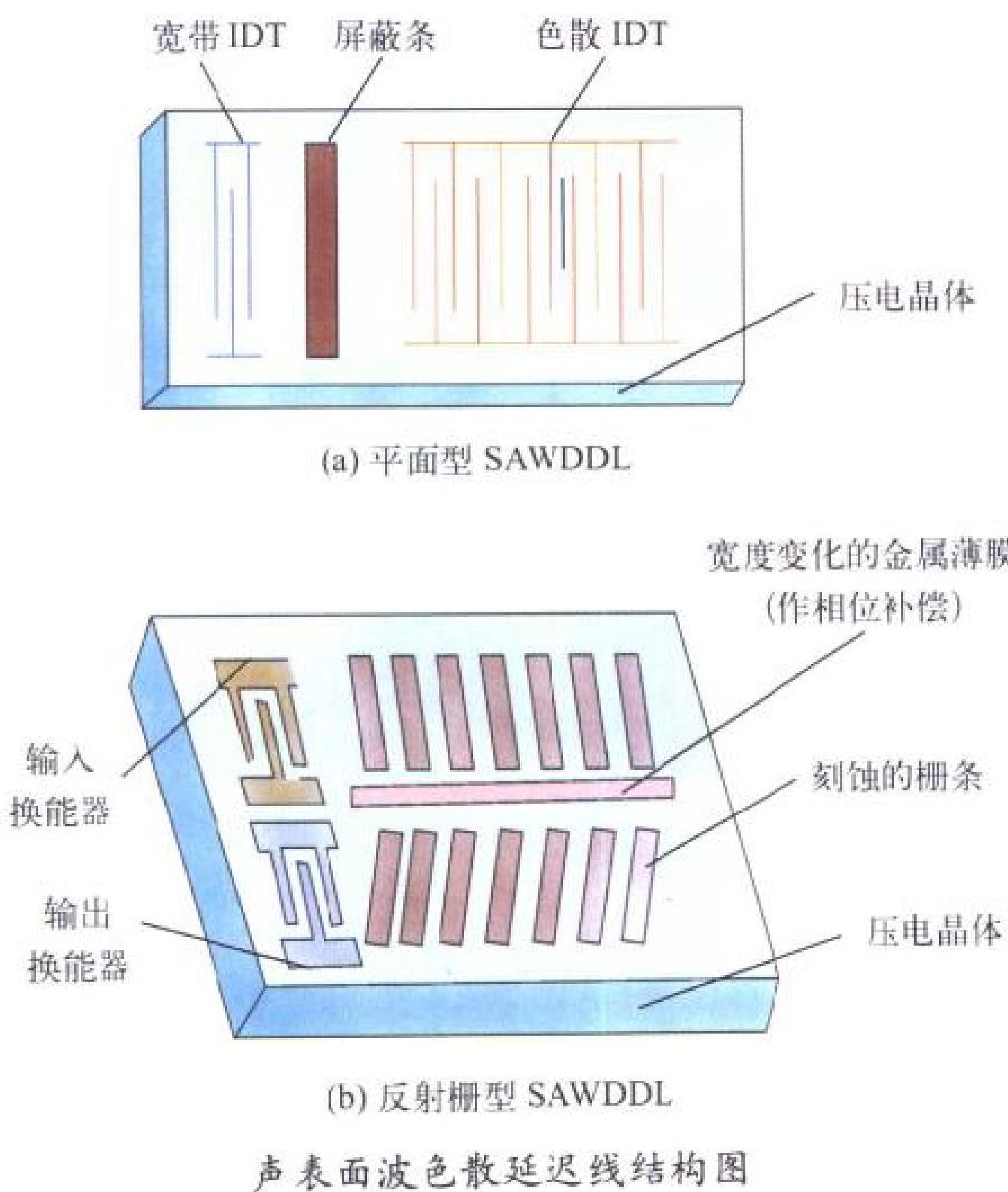
组作为提取频率分量的频率选择器件所构成的直接式频率合成器。它具有高的频率切换速度(亚微秒级)、良好的单边带相位噪声特性和谐波及杂波抑制特性，对捷变频雷达及CNI系统等要求高速度高性能跳频源的系统极为有利。目前工作频率在L、S、Ku、X等波段，跳频点数可达几十万。L波段典型产品的原理如图所示。(撰写：母开明 审订：胡爱民)

shengbiaomianbo qijian

**声表面波器件** SAW device 将电信号转换成声信号，声信号沿媒质表面传播后再转换成电信号的器件。声表面波是沿媒质表面(或两种媒质界面)传播的声波，其幅度随表面下深度(以波长计)的增加而按指数规律迅速衰减，故这种波实际上只存在于表面附近，或者说能量主要集中于媒质表面。如果媒质具有压电性，声表面波传播时由于压电效应将在媒质表面激发一个与声波同速的慢电磁波，从而可以方便地检出所传输的声表面波信号。利用声表面波的这种特点和金属叉指换能器有效地激励和检测声表面波的功能，就可以设计和制作各种频率控制、频率选择和信号处理功能的电子元器件，即声表面波器件，如声表面波谐振器、滤波器、卷积器和各种延迟线，包括固定非色散延迟线、抽头延迟线(包括固定编码和可编程抽头延迟线)、色散延迟线(包括线性调频和非线性调频色散延迟线)等；与半导体技术结合，还可制成存储相关器和声电荷转移器件等，这些器件统称为声表面波器件。由于声表面波速度比电磁波低五个数量级并较体声波低一半，声表面波器件体积重量较电磁组件大大减小，且固态化，并具有工作频带范围宽、信号处理功能强且速度较数字技术高，结构简单，易于制作，重复一致性好以及可靠性高和抗辐射等优点，加之多数器件的幅频特性和相频特性又可独立设计，故在信号处理中具有特殊地位并得到广泛应用。(撰写：母开明 审订：胡爱民)

shengbiaomianbo sesan yanchixian

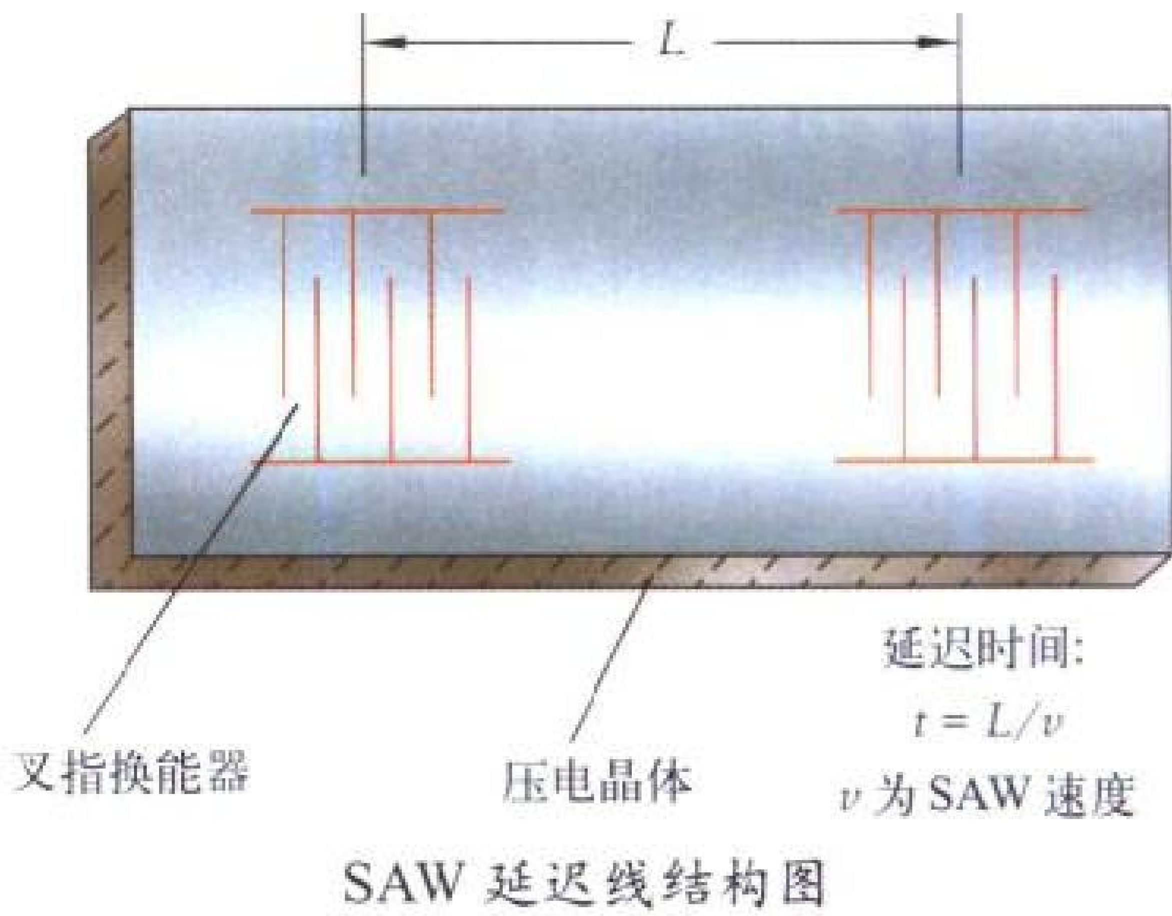
**声表面波色散延迟线** SAW pulse compression filter 用声表面波技术制作的用于脉冲展宽及压缩的匹配滤波器或加权压缩滤波器。按结构分为渐变周期叉指换能器型和反射栅型两类。目前其时宽带宽积一般介于5～20000之间，其结构如图所示。主要用于预警、火控、警戒、跟踪、测距、导航及星载合成孔径雷达以及侦察接收机等的信号产生与处理。(撰写：母开明 刘继学 审订：胡爱民)




声表面波色散延迟线结构图

shengbiaomianbo yanchixian

**声表面波延迟线** SAW delay line 用声表面波技术制作的具有信号存储和延迟功能的一种器件。它由高度光洁的压电基片表面敷设的两组叉指换能器(分别称为输入、输出换能器)构成，一般具有带通特性，其结构如图所示。主要用于电子系统中对信号进行时间延时处理，目前广泛用于军用通信、电子对抗、雷达系统和电子测量仪器中。

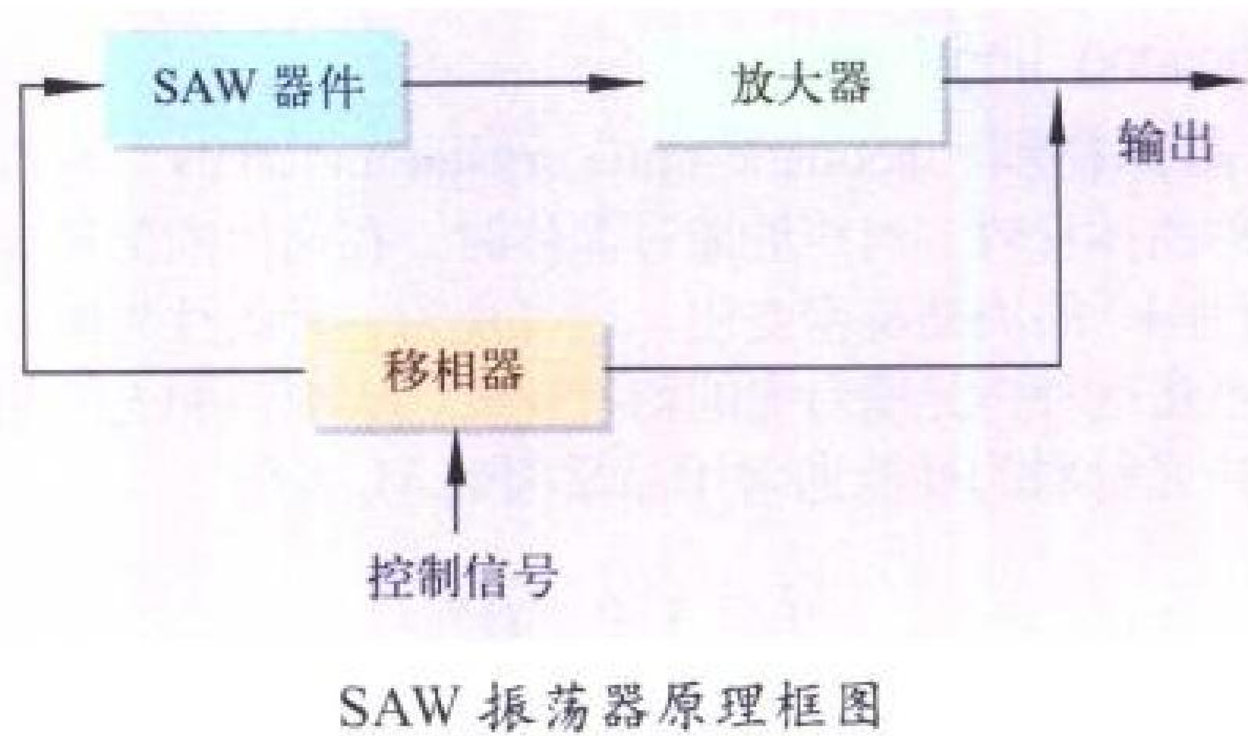



SAW延迟线结构图

(撰写：母开明 审订：胡爱民)

shengbiaomianbo zhendangqi

**声表面波振荡器** SAW oscillator 将声表面波器件(SAW延迟线或SAW谐振器)用于频率控制组件的振荡器(见图)。分为固定点频的点频振荡器、多模振荡器、压控振荡器和调频振荡器。它具有和石英晶体振荡器相当的中长期稳定性，可以获得较石英晶体振荡器更宽的压控和调频范围。主要用于通信、雷达、电子对抗等军用电子系统的基本信号源或调制发射机信号产生器。



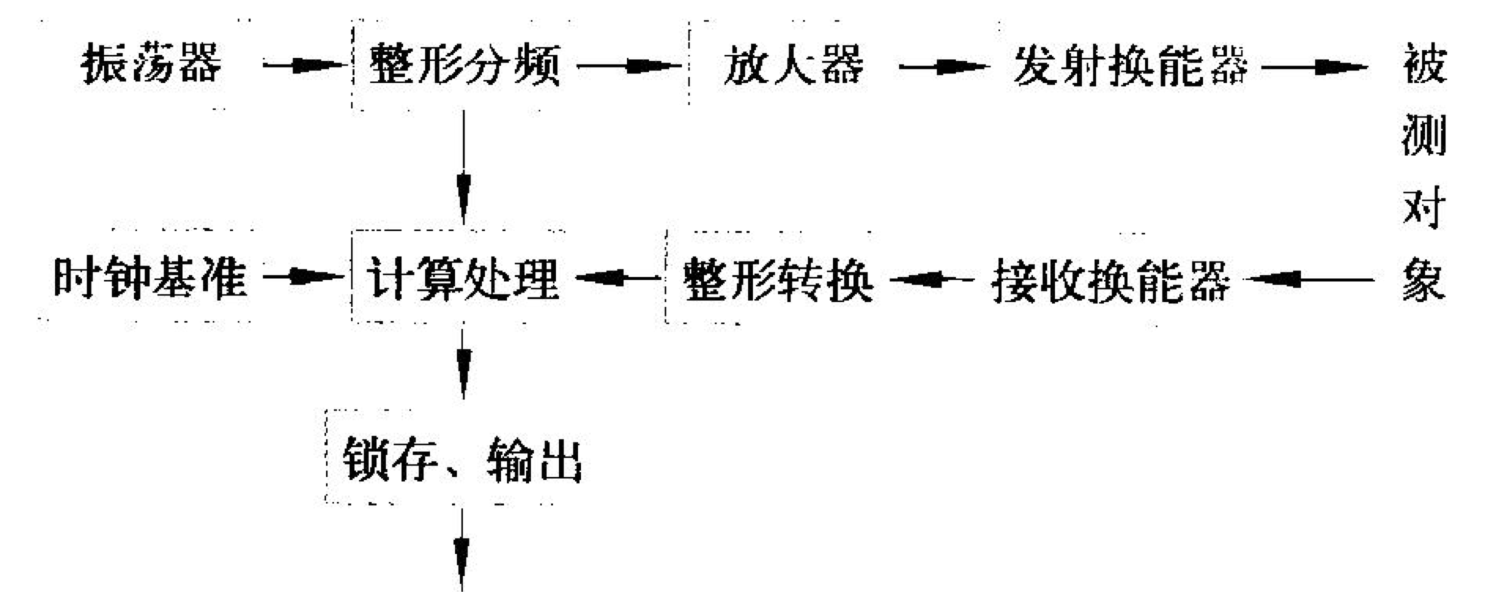

SAW振荡器原理框图

(撰写：母开明 审订：胡爱民)

shengchuanganqi

**声传感器** acoustic transducer, acoustic sensor 能感受声学量并转换成可用输出信号的传感器。声传感器分为超声传感器、声压传感器和声表面波传感器。超声传感器(见图)是利用超声换能器发射出超声波(20 kHz以上)，在被测声场中的传播特性和声学效应，通过接收换能器实现声电转换进行信息检测的传感器。根据器件的转换原理又可分为压电型、静电型和磁致伸缩型。

声压传感器主要是指在气体媒质中，将声波压力转换为电信号的传感器。根据器件转换原理可分为电容式、电动式、压电式、可变磁阻式、磁致伸缩式和光纤式等传感器，主要用于合音器、助听器、传声器、水听器等。




超声波测距传感器原理图

声表面波(SAW)传感器可分为谐振式传感器和延迟线式传感器。谐振式传感器的工作原理是：采用特定的结构，利用SAW器件的基底材料在受到外界力的作用时，材料内部各点应力发生变化，通过压电材料的非线性弹性形变，使材料的弹性常数、密度等发生变化，导致器件谐振频率的变化，实现对声波的测量；延迟线式的工作原理是：叉指换能器区域或声表面波传输路径上表面性质可以改变波速和幅度，利用这一原理实现对声波的检测。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

shengguang Q kaiguan

**声光Q开关** acoustic-optic Q-switch 声光Q开关是用于激光腔体内调Q功能的一种声光调制器。根据声光互作用效应，电功率信号通过压电换能器转变为超声波传入声光晶体，使通过晶体的激光束部分产生衍射而偏离激光谐振腔，不同大小的电信号引起偏离的激光能量亦不同，从而改变激光谐振腔的Q值。当加载的电信号为脉冲信号时，衍射光亦为脉冲，引起谐振腔Q值发生突变而实现激光调Q，发出超短的巨大脉冲激光。声光Q开关用于激光雷达、激光精确制导、激光测距、激光干扰、激光模拟核聚变。

（撰写：刘　伟　审订：胡爱民）

shengguang jingti cailiao

**声光晶体材料** acoustic-optic crystal materials 具有声光效应的晶体材料。当声波通过晶体时，在晶体内部形成密度(或折射率)的周期疏密变化，这可视为一种条纹光栅，声光效应系指这种声光栅对光的衍射现象，实现声和光的相互作用。声光材料的性能通常用品质因数$M_2$表征

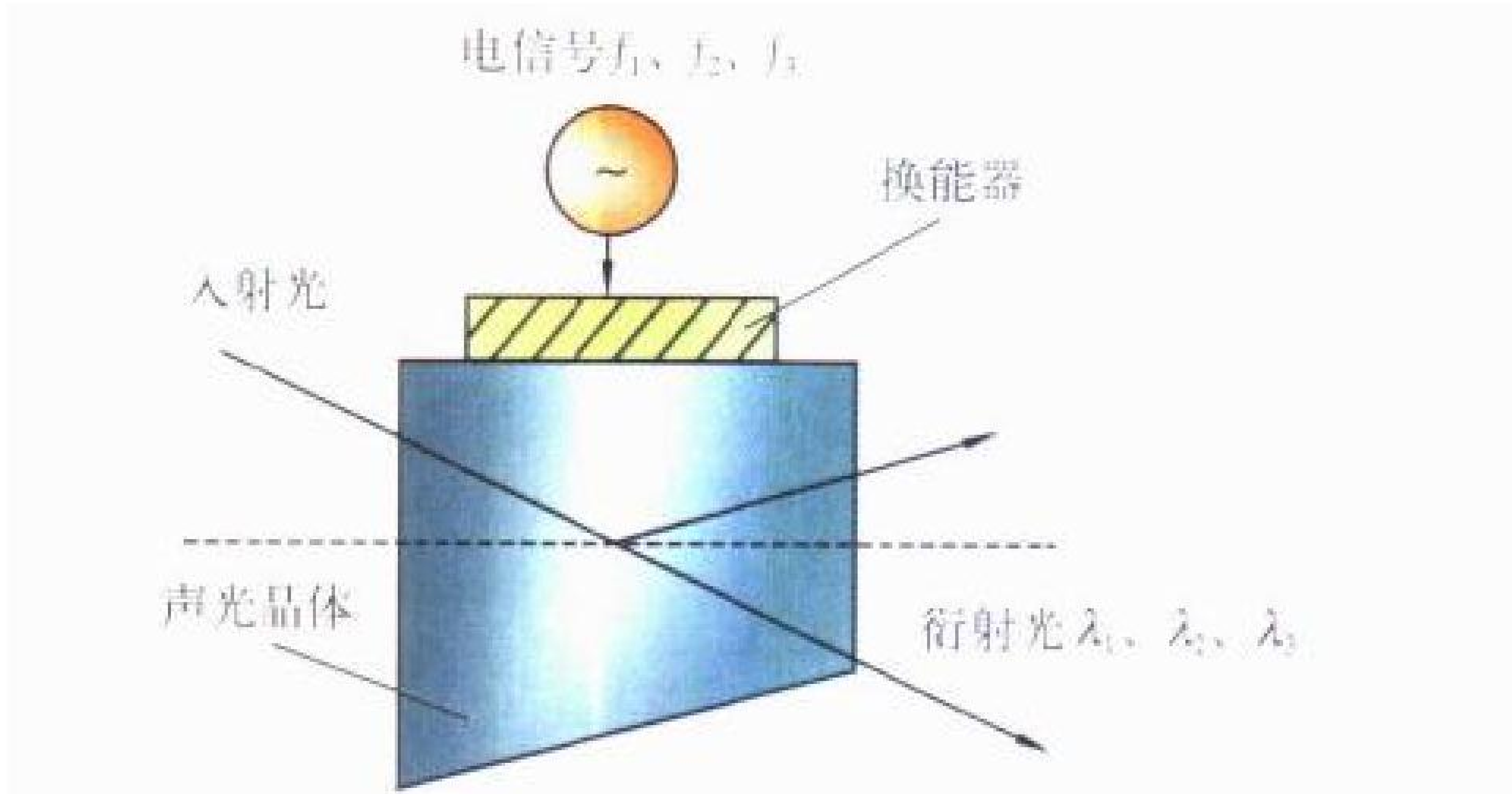
$$M_2 = n^6 p^2 / \rho v^3$$

式中 $n$ 为折射率；$p$ 为光弹性常数；$\rho$ 为材料密度；$v$ 为声传播速度。晶体材料的折射率和光弹性常数大、密度和声速小，品质因数则高。声衰减系数也是声光晶体材料的重要参数之一，通常要求声衰减系数越小越好。声光材料有液体和固体两大类，固体材料又分为玻璃体和晶体两类，性能优异的声光器件所采用的声光介质皆为声光晶体材料。用声光晶体材料可以制作声光偏转器、声光调制器、声光滤波器、声光Q开关、声光锁模器等器件，广泛用于信息处理、电子分色、军事、天文等方面，如多普勒频移、激光扫描、射电频谱分析、激光传真印刷、声光分色技术等。

（撰写：张万鲲　审订：沈能珏）

shengguang ketiaoxie lüguangqi

**声光可调谐滤光器** acoustic-optic tunable filter 根据声光互作用原理而制作的对多光谱成分的光进行电调谐滤光的器件，其工作原理是电信号通过压电换能器产生超声波传入声光晶体，使通过的光束产生衍射。对应某特定偏转角，不同超声频率将产生不同光谱成分的光衍射，输出光波波长与输入电信号一一对应($\lambda \propto f$)。这样通过电调谐就能很容易控制输出光的光谱成分，如图所示，这种器件可实现随机单光谱输出，亦可实现多频输入、多光谱输出。声光可调谐滤光器可用于光谱扫描分析、遥测遥感图像接收系统、色分解和混合、染料激光器调谐等。



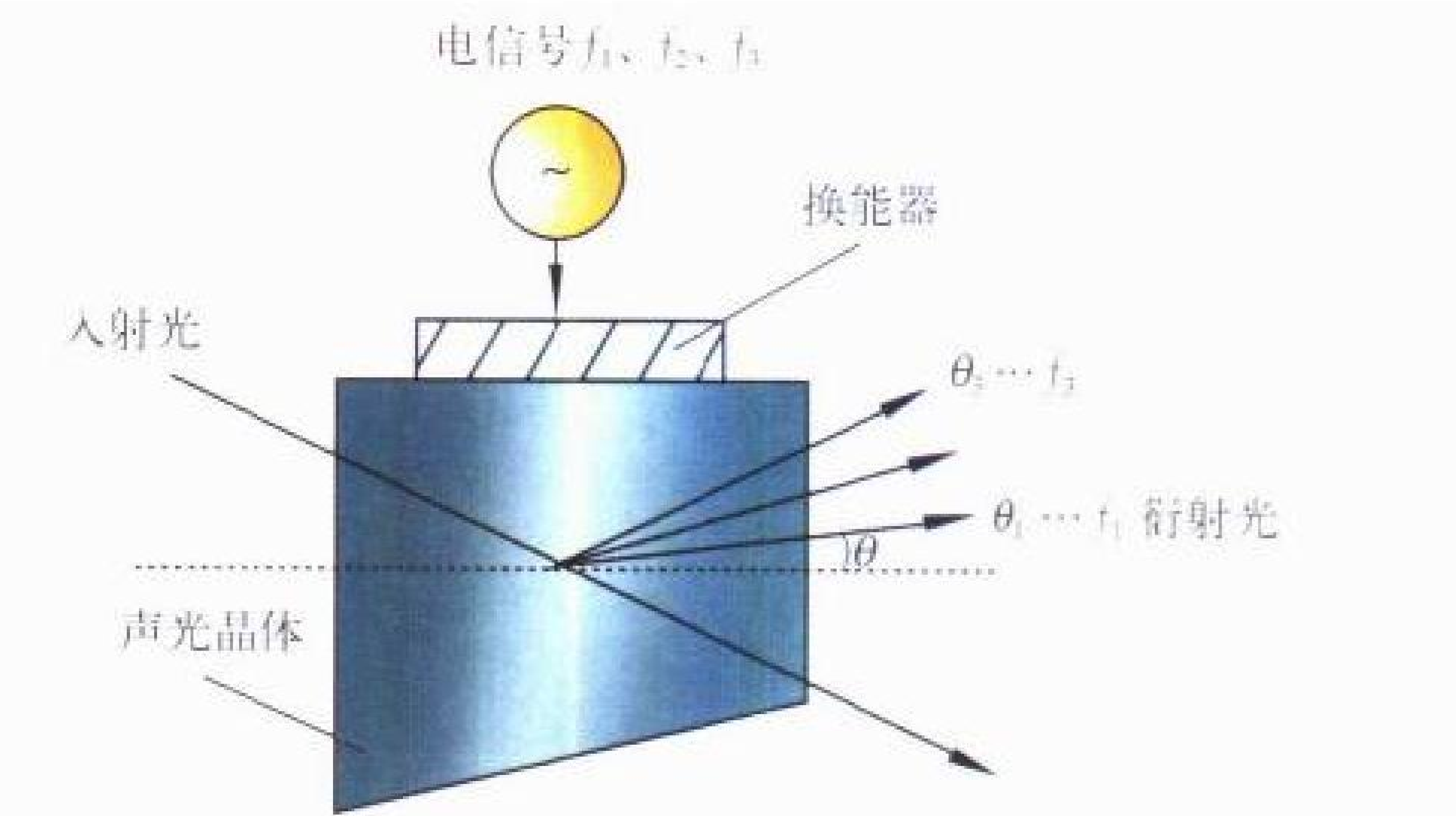

声光可调谐滤光器原理图

（撰写：刘　伟　审订：胡爱民）

shengguang pianzhuanqi

**声光偏转器** acoustic-optic deflector 利用声光效应改变光波传播方向的装置(见图)。根据声光互作用效应，电信号通过压电换能器产生超声波传输到声光晶体内形成一折射率光栅。当激光束通过时，受到衍射产生偏转。衍射光的偏转角与电信号频率成正比($\theta \propto f$)，不同频率的电信号将产生不同偏转角的衍射光，通过电信号调谐就可控制激光束的偏转方向。声光偏转器可加载一个电信号，通过调谐实现单点扫描；亦可同时加载多个频率信号实现多点同时偏转。

声光偏转器用于频谱分析、信道化接收机、激光缩微技术、光时域反射计、扩频通信、矩阵线性代数变换、光计算机、激光束扫描、光信息处理等系统。




声光偏转器原理图

（撰写：刘　伟　审订：胡爱民）

shengguang tiaozhiqi

**声光调制器** acoustic-optic modulator 利用声光效应进行光波载波调制的器件。可粗略地分为声光强度调制器、声光

腔内调制器和声光频移器三类。基本原理为光媒质在声波的作用下，折射率在空间上产生周期性变化，当声波长与光波长相同数量级时，该媒质将起一光栅的作用，称为声光栅。用光阑定量限制一阶衍射光束，可得到随声频变化的一阶与零阶的组合衍射光束，从而实现对入射光的强度调制，如图1所示。当投射在声光栅上的光束满足 $\lambda_0 = 2\lambda_a \sin\theta$ 时，

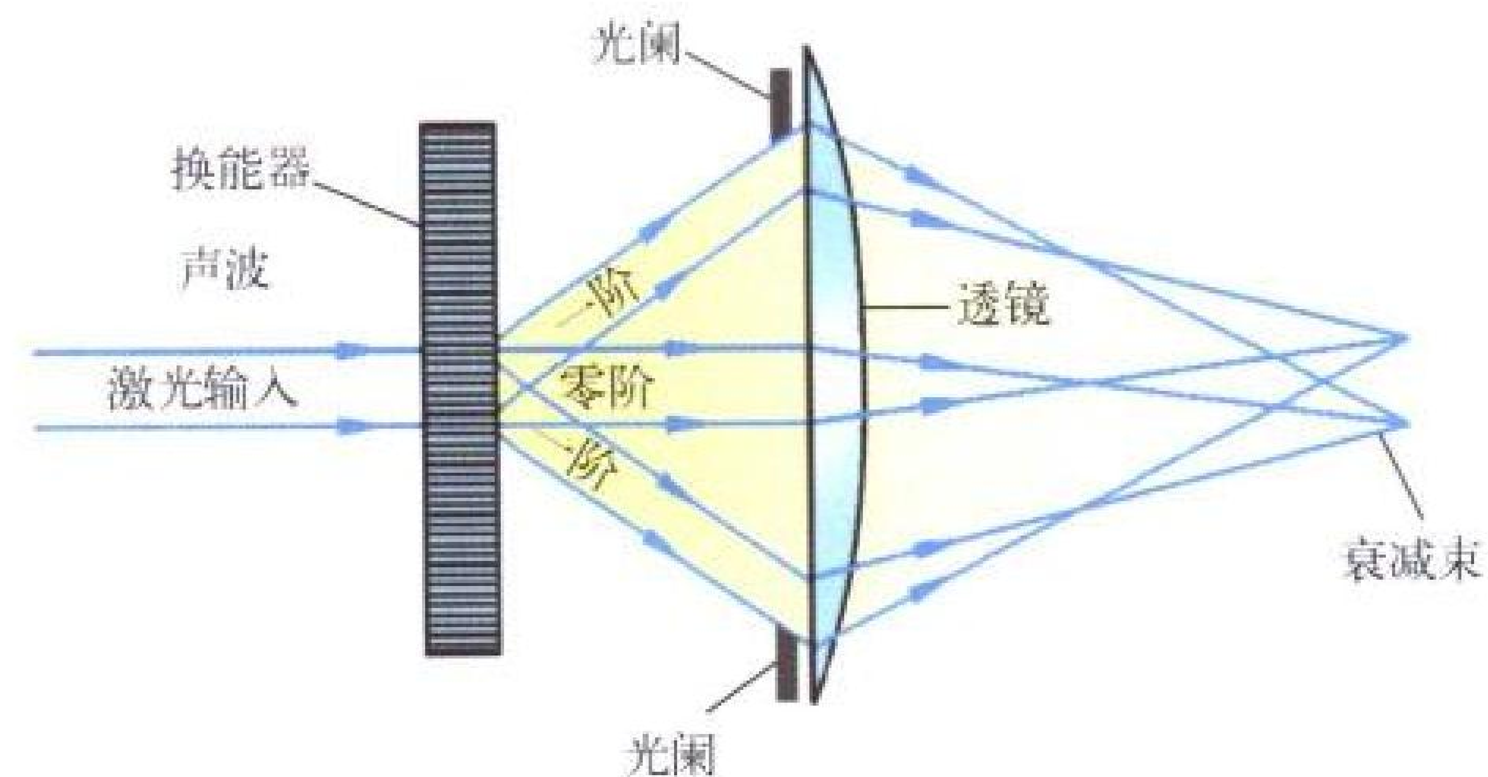



图 1 利用一阶衍射束的衰减作用进行声调制

即出现布喇格反射(如图2所示)，式中$\lambda_0$为入射波长，$\theta$为入射角、$\lambda_a$为声波长。由于声光栅在垂直于条纹的方向上的移动，引起多普勒效应，使反射光波的频率发生变化，构成声光频移。声光腔内调制器主要用于调制激光腔内工作媒质的参数如损耗、谐振腔Q值等。用于改变谐振腔Q值的称为声光Q开关。

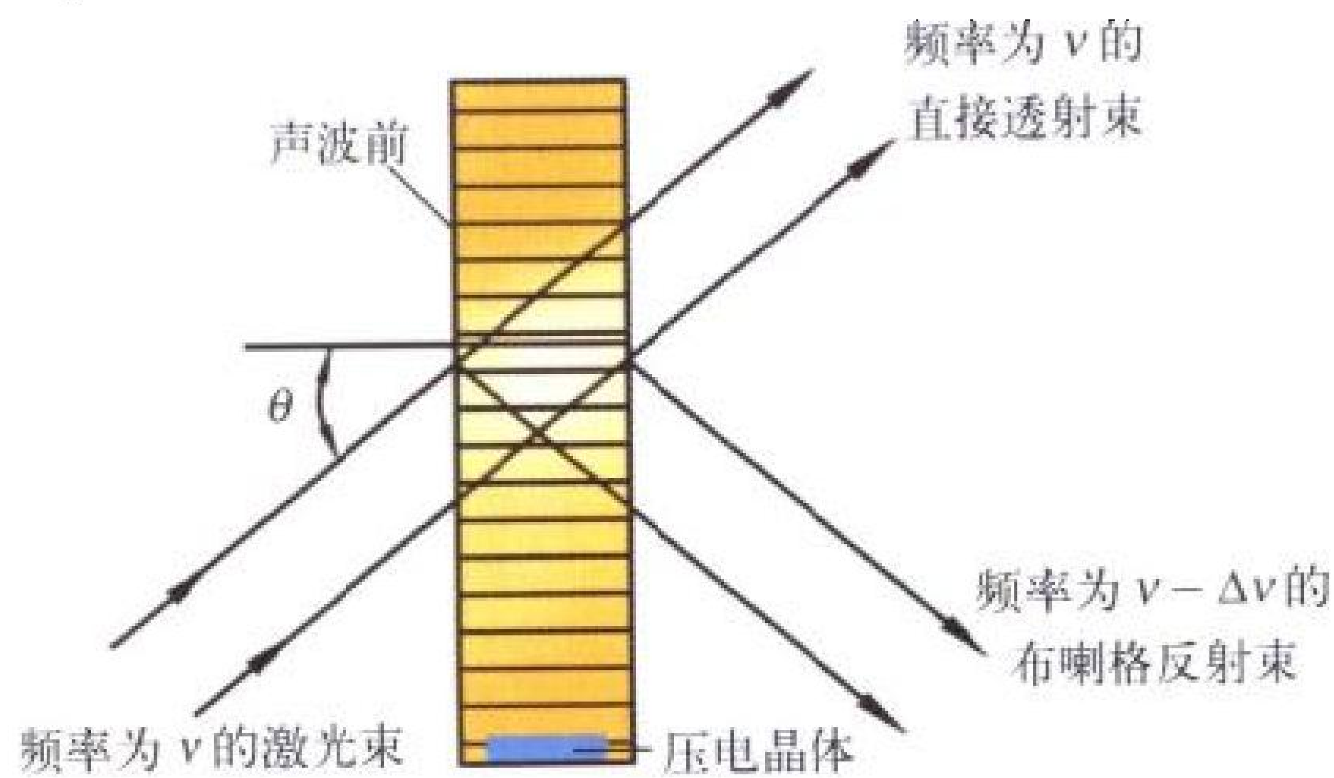
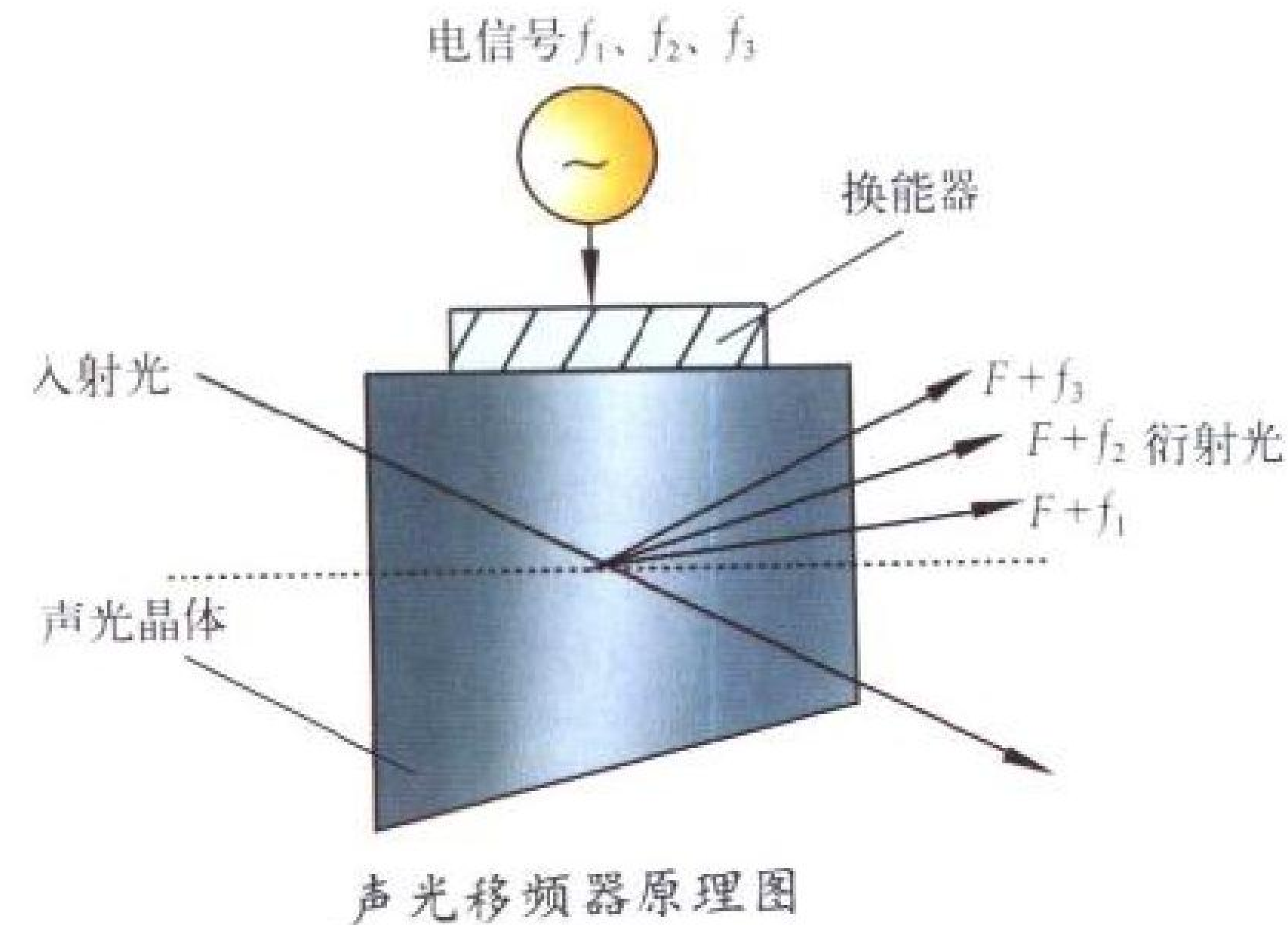



图 2 利用布喇格反射进行声调制

声光调制器主要用于信号处理、光通信、激光干扰机、激光雷达等。 (撰写：吴永生 审订：梅遂生)

shengguang yipinqi

**声光移频器** acoustic-optic frequency shifter 根据声光互作用效应，而制作的移频器件。其工作机理是电信号通过压电换能器转变为超声波，超声波的频率与电信号频率相同。该超声波传入声光晶体，使通过晶体的激光产生衍射。衍射




声光移频器原理图

光的频率是光频和声频的叠加，外加不同电信号，叠加结果不同，衍射光光频也不同，如图所示，通过电调谐就可实现激光光频的不同频移。声光移频器可用于激光多普勒测速、激光陀螺、光纤通信等系统。(撰写：刘伟 审订：胡爱民)

shengmaqi

**声码器** vocoder 一种低码率的话音参数编码器，又称话音“分析—合成”器。最先应用的声码器是“声道声码器”，它以“浊—清音”、“基频$f_0$”和“有话—无话”(讲话—停顿)为声源参数，而以声道的频率响应为声道参数。我国在20世纪70年代末南太平洋科学考察中使用了这类声码器，码率为2.4 kb/s，用以完成远程岸舰短波话音数字通信。为改善声源参数，提出了声激励声码器，它取出话音的一个基带(如取200 ~ 600 Hz 的带)，将其波形直接编码并作为声源，使合成话音的自然度有所提高，但码率也增大到4.8 ~ 9.6 kb/s。此后又推出了多种较好的方案，如RELP(残差激励线性预测)、CELP(码本激励线性预测)、MBE(多带激励)及其改进型IMBE声码器，主要也是想在低码率下改善声源特性。MBE声码器将话音频带分成二十余个子带，对每个子带都进行“浊—清音”判决，按判决结果构成其激励函数为浊音型、清音型或混合型。MBE提取的参数有：声道频响、基频、每一子带的“浊—清音”函数以及浊音时带内谐波的相位，其合成话音的自然度大有提高。码率为4.8 ~ 2.4 kb/s的IMBE声码器已广泛使用。我国从90年代开始将其用于电缆、光缆和短波信道的数字式电话通信中，数码率为4.8 kb/s、2.4 kb/s和1.2 kb/s。

(撰写：刘村友 审订：李振邦)

shengtibo qijian

**声体波器件** bulk acoustic wave (BAW) device 声体波是指在无限大媒质内传播的声波，其传播特性不受媒质边界的影响。实际上，当媒质内传播的声波波长比媒质线度小得多时，媒质可以认为是无限大，这时的声波可以认为是声体波。它与表面波不同的是能量主要在媒质内部传播。依声体波的传播，以及激励和检测特性而制作的电子器件即为声体波器件，包括声体波延迟线、谐振器、滤波器等。主要用于电子对抗的RF信号存储、高度表等电子设备中。

(撰写：毋开明 审订：胡爱民)

shengtibo weibo yanchixian

**声体波微波延迟线** bulk acoustic microwave delay line 利用声体波在媒质内传播的延迟特性制作的延迟线。它主要由一个传输微波声波损耗低的导声体的传输介质和换能器(在其一端或两端制作有1个或2个压电薄膜)组成。主要用于电子对抗的信号存储、导弹引信及高度表中。

(撰写：毋开明 审订：胡爱民)

shidu chuanganqi

**湿度传感器** humidity transducer, humidity sensor 能感受气体中水蒸气含量，并转换成可用输出信号的传感器。湿度传感器主要分为电解质湿度传感器、陶瓷(含金属氧化物)湿度传感器、高分子湿度传感器等几种。电解质湿度传感器是在具有一对电极的绝缘衬底上形成薄膜状的电解质，在吸湿或脱湿时其电阻值将发生变化的特性来完成对湿度的检测；陶瓷湿度传感器的工作原理是陶瓷中的导电载流子数量与水

分子吸附量的大小有关，利用湿度对敏感体的作用使其电阻值发生变化来实现对湿度的检测；高分子薄膜湿度传感器的工作原理是绝缘的高分子膜在吸湿或脱湿时，其介电常数将发生明显变化，利用这一特性可制成电容式高分子湿度传感器。湿度传感器主要用于监测空气的相对湿度，可在宇航、工业、农业、气象等方面应用。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

shimianmo ranliao dianchi

**石棉膜燃料电池**　asbestos membrane fuel cell　以无纺石棉膜为隔膜的燃料电池。利用石棉膜对碱性电解质的强毛细作用来维持电池工作，并与燃料电极和氧（空气）电极建立稳定的三相界面。作为空间应用，它是继 SPEFC、培根型燃料电池之后发展起来的低温碱性燃料电池。气体扩散电极采用特氟隆粘接电极或烧结金属电极，氢电极以 Ni、Pt 或 Pa 为催化剂，氧电极采用 Ag、Au、Pt 为催化剂。电解质为吸满 KOH 水溶液的石棉膜。采用动态循环氢气法排水或静态排水法。工作温度 80～105 ℃。应用于航天飞机上，与 SPEFC 相比，它具有工作温度适中，工作压力可在数千帕范围内任意选择，电流效率高等优点。在潜艇、水下机器人中也有广阔的应用前景。（撰写：张作民　审订：宋海德）

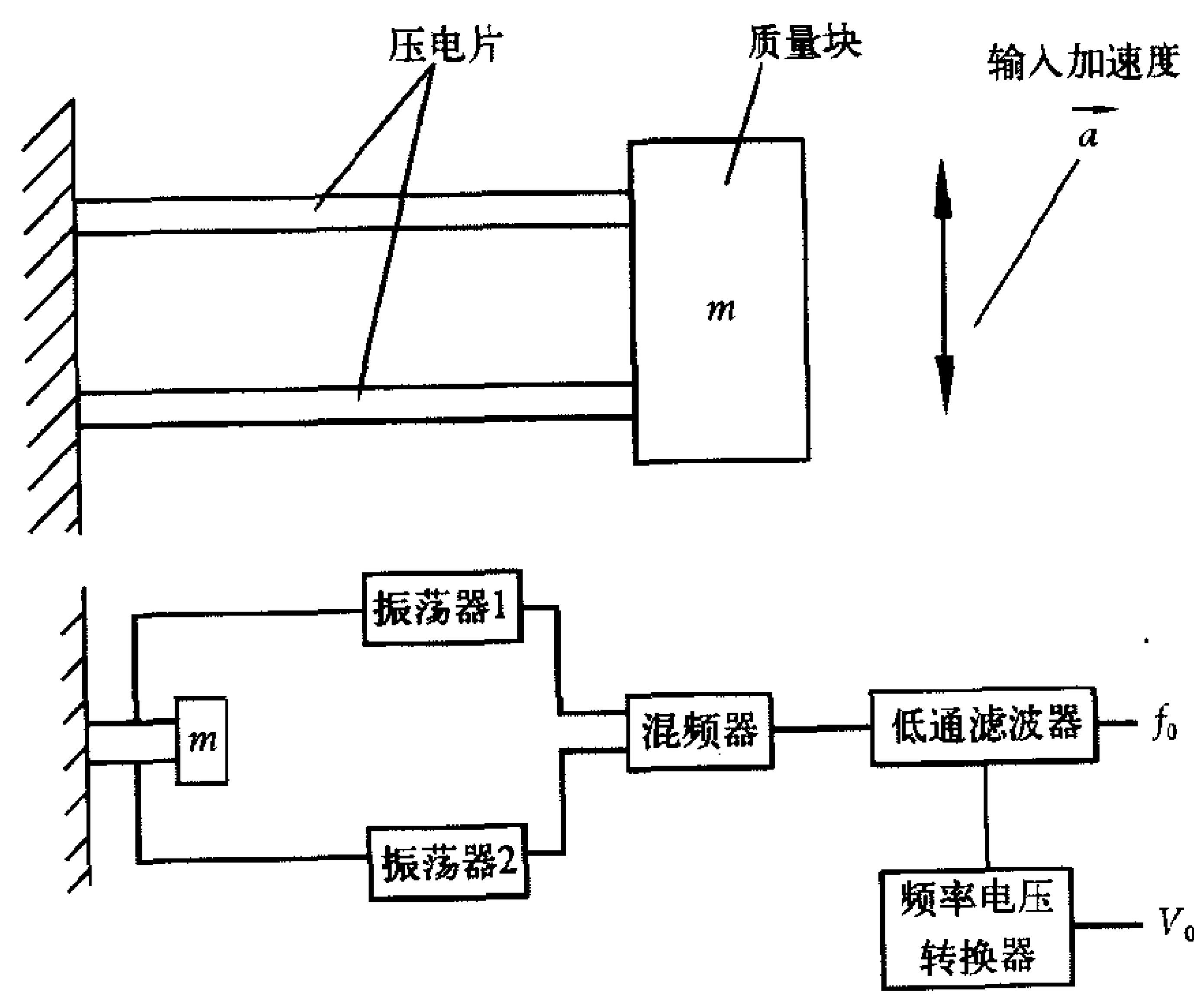
shiying jingti zhendangqi

**石英晶体振荡器**　crystal oscillator　提供高精度和高稳定度频率信号的电子装置。一个高稳定度的振荡器通常由石英晶体振荡器、自动增益控制放大器、恒温控制和隔离放大器等组成。其核心器件是石英晶体谐振器。石英晶体是一种具有压电效应的晶体，表征晶体谐振特性的主要参数是品质因素 Q 值和频率温度系数及老化率。Q 值大小决定了晶体谐振频率的稳定度，且取决于晶体的切割方式。高精度石英晶体谐振器通常是 AT 切割式片状谐振器。

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

shiying zhenliangshi jiasuduji

**石英振梁式加速度计**　quartz beam accelerometer　测量物体运动的线性加速度的力学量传感器。它由一对匹配的石英晶体振梁力敏感器件和质量为 $m$ 的质量块组成。梁各构成一个振荡器，当有输入加速度 $a$ 时，产生一个作用力 $ma$，使一个梁受压，另一个梁受拉，其振荡频率发生相应变化，通过混频得到差频，与输入加速度成正比（如图所示）。石英振梁式加速度计最突出的特点是直接数字输出，在数控系统、汽车和火车的加速度测量、工业称重、机器人运动控制等领域有广泛的应用。




石英振梁式加速度计原理图

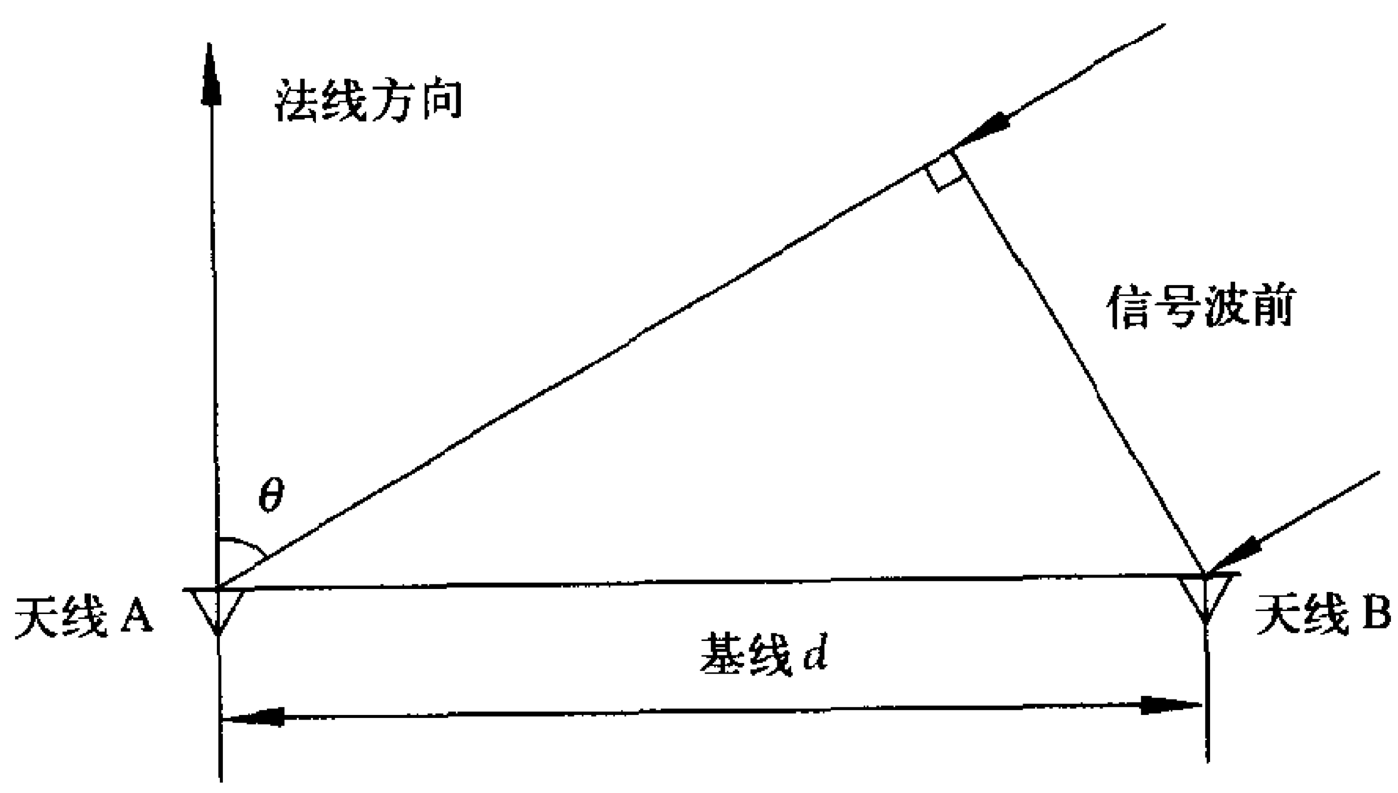
（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

shicha cexiang

**时差测向**　differential-time-of-arrival direction finding　利用同一辐射源信号到达不同空间位置的多副天线上的时间差来确定其方向的一种测向技术。时差测向原理如图所示，测向系统的天线对 A 和 B 之间距离为 $d$，信号到达角与天线对法线方向夹角为 $\theta$，则信号将在不同的时刻分别到达天线 B 和 A，时间差为 $\tau$

$$\tau = \frac{d}{c}\sin\theta \qquad \theta = \arcsin\frac{c\tau}{d}$$

式中 $c$ 为电磁波在空气介质中的传播速度。测出到达时间差，则可以从上述表达式中计算出到达角 $\theta$。影响时差测向精度的因素有时差测量精度、基线长度及其测向系统运载平台的姿态等。精确测量到达时间是时差测向技术中极其重要的一环，这对两路信号接收系统 A 和 B 支路的幅度及时延一致性提出极高的要求。基线长度影响测向精度，基线越长，对测向越有利，但一般受到运载平台的限制。如果运载平台是运动的，则有些平台姿态影响测向精度，甚至完全不能测向。采用时差测向体制的有美国的“护栏”信号情报侦察飞机和以色列的 L－8300 ELINT / ESM 系统等。




时差测向原理示意图

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shicha dingwei

**时差定位**　differential-time-of-arrival location　利用同一辐射源信号到达多个已知位置的点所形成的等时差双曲面相交的交点来实现对辐射源定位的一种定位技术。时差定位技术是“罗兰”导航技术的反置，所以又称为“反罗兰”技术。至少需要三个以上侦察站形成至少两组双曲面才能进行时差定位。这种定位方法采用无方向性或弱方向性天线接收辐射源信号，具有定位精度高、对复杂信号处理能力强的特点。高精度的时差测量是这种定位方法的基础。在测得时差后，必须求解一组非线性方程来确定辐射源位置，通常是利用迭代或者把非线性方程线性化来实现。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shifen shuanggong

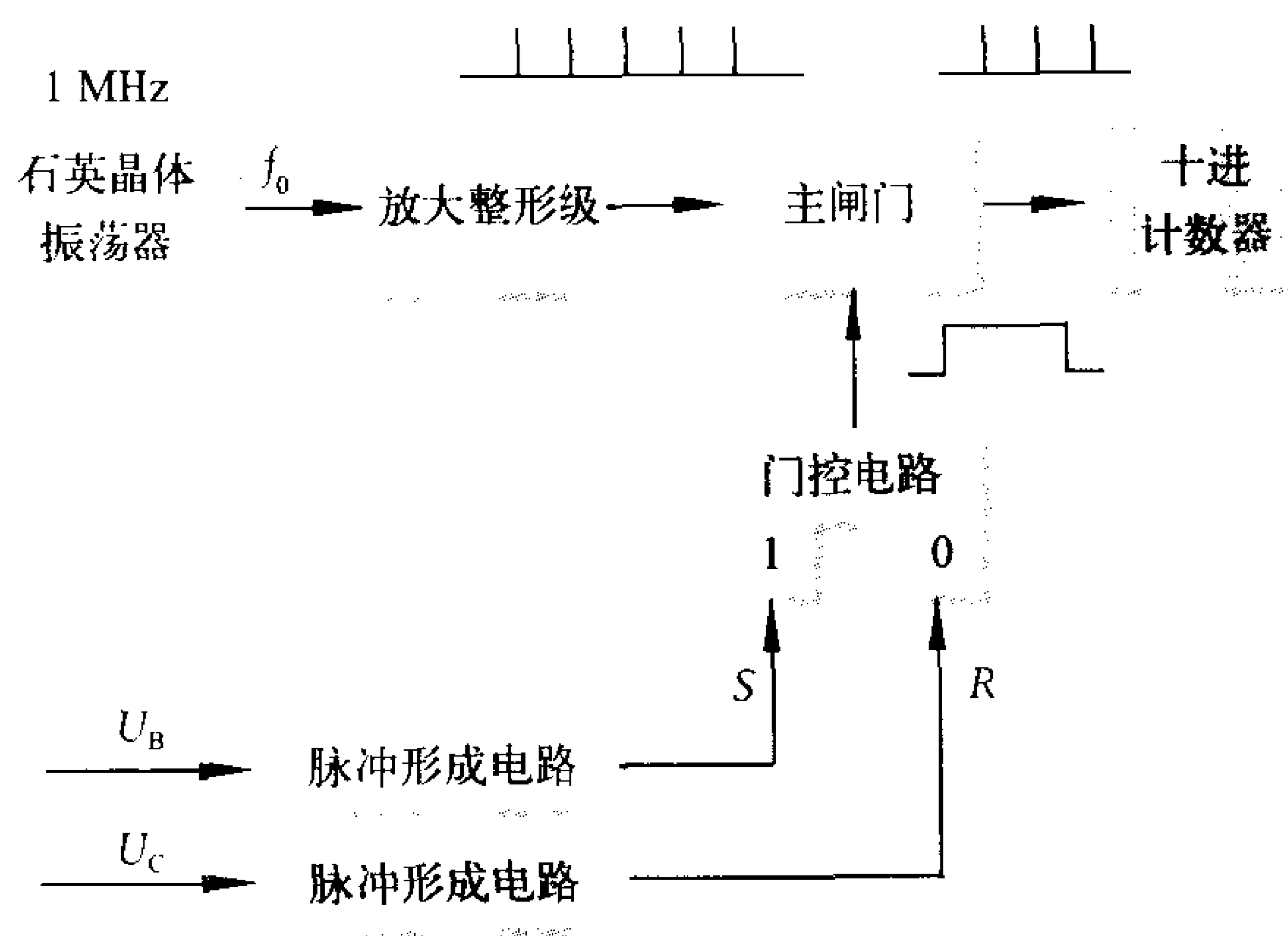
**时分双工**　time division duplex　用时分的方法在时域上实

现双向的通信。在这种方式中，用户的发送和接收信息在时域上分享一条无线信道，将一部分时间（发送时隙）用于发送，另一部分时间（接收时隙）用于接收。时分双工是用时间上分隔的时隙作为双工信道。如果用户终端的发送时隙和接收时隙之间相隔的时间很短，对于数据的发送和接收，用户看起来是同时进行的。时分双工允许在一个频率信道上运行，避免发送和接收要求两个不同频率。由于不需要双工器，用户设备得以简化。时分双工对定时很敏感，传统上仅用于室内和小范围的无线应用场合，距离短，传输时延小。

（撰写：李仲令　审订：李振邦）

shijian jiange ceshi

**时间间隔测试**　time interval test　利用电子计数器测量两个信号间的时间间隔，测量原理如图所示。设置 B、C 两通道，将起始信号 $U_B$ 接入 B 通道，使门控双稳电路置 1，主闸门开启，基准时标通过主闸门进入计数器计数，当终止信号 $U_C$ 接通 C 通道，使门控双稳电路置 0，主闸门关闭，计数结束。从而得到两个被测信号的时间间隔。




电子计数器测量时间间隔原理图

（撰写：李为民　审订：陈光褔）

shixu luoji dianlu

**时序逻辑电路**　sequential logic circuit　在一个系统中，输出结果既由当前各输入值，又由过去的输入值来决定的电路。因为时序逻辑的输出依赖于过去的输入，所以必须包含维持触发器、延迟线或存储器等记忆或想念过去输入状态的元件，有两个稳定状态的元件能记忆一个二进制数或位。双稳态电路是时序电路的基础，锁存器和触发器是最基本的时序逻辑电路，寄存器、计数器等也属于这一电路。

（撰写：贯松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

shixu luoji dianlu ceshi

**时序逻辑电路测试**　sequential logic circuit testing　时序逻辑电路的输出不仅依赖于当前输入值，而且还依赖于过去的输入值，这是由于时序逻辑电路中包含有触发器、延迟线或者存储器等记忆元件。时序逻辑电路可分为“同步”时序电路和“异步”时序电路。时序逻辑电路可用状态表和状态图来描述。状态图通常由状态表推出，更直观易读，一般作为时序逻辑的原始设计规范。时序逻辑电路的确定性故障测试方法有迭接电路法和状态变迁检查法。迭接电路法的基本原理是将时序逻辑电路的时间序列事件迭代为相对应的空间序列的组合逻辑电路，然后再采用组合逻辑电路的测试方法来进行故障测试。状态变迁检查法是利用时序逻辑电路的状态图来进行故障测试。其关键是求出时序逻辑电路的复位序列（或引导序列）和区分序列，然后按状态图遍历时序逻辑电路的全部状态，就可实现电路故障的测试。

（撰写：陈光褔　审订：顾亚平）

shiyan ceshi

**时延测试**　time delay test　测试网络的时间延迟。对于非色散的微波网络插入相位与频率成线性关系，对于色散的微波网络插入相位与频率成非线性关系。对于输入输出均为匹配状态的微波网络，插入相位为电压传输系数的相角，用$\theta$表示。时延和群时延定义为

$$时延 = \Delta\theta / \Delta\omega$$
$$群时延 = \mathrm{d}\theta / \mathrm{d}\omega$$

对于非色散的微波网络群时延等于时延。

（撰写：李为民　审订：陈光褔）

shiyu ceshi yu pinyu ceshi

**时域测试与频域测试**　time-domain and frequency-domain test　测试被测对象在不同时间的特性，即测试它的时间函数$f(t)$，称为时域测试。用示波器测试脉冲波形的幅度、宽度、上升和下降时间等参数就是时域测试的典型例子。频域测试是测试被测对象在不同频率时的特性，亦即测试它的频率函数$S(w)$，称为频域测试。用频谱分析仪测试信号$f(t)$在不同频率的功率分布谱$S(w)$就是频域测试的典型例子。时域测试和频域测试是对同一测试对象的不同观测方法，其实质是一样的。因此，在数学上它们存在一对相互的傅里叶变换关系

$$S_o(w) = S_i(w)G(w)$$
$$f_0(t) = f_1(t) * h(t)$$

式中 * 表示卷积。利用上述时域测量与频域测量的对应关系，可以把一个信号用时域测试方法测得的时域特性，换算求得频域特性，反之亦然。即时域特性与频域特性的互译。因此，在实际测试中，可以根据测试条件选择一种测试，采用换算的办法获得另一种测试结果。两种测试方法各有其适用范围。频谱分析仪是频域测试的典型仪器，便于测试频谱、谐波、失真、交调等，而示波器是典型的时域测试仪器，便于测试信号波形参数、相位关系和时间关系等。如果在示波器中增加数字信号处理（DSP）功能，则可将时域信号进行傅里叶变换，而得到频域测试的频谱，这就大大扩展了测试仪器的测试能力。

（撰写：陈光褔　审订：顾亚平）

shizhong fashengqi

**时钟发生器**　clock generator　为中央处理器（CPU）产生时钟信号、主复位信号和准备就绪信号的集成电路。它包含有振荡器、分频器、驱动器电路和产生复位及准备就绪信号的电路。振荡器所产生的高于时钟信号的频率由分频器进行分频，驱动器用来提高时钟信号的驱动能力。不同 CPU 所需要的时钟信号频率不同，占空比不同，因而时钟发生器是专为某一种 CPU 使用的。振荡器以外接石英晶体作稳频元件。外接晶体的频率一般高于时钟信号的频率，以便通过分频器获得所要求的占空比的时钟信号。时钟信号不但送给

CPU，同时也送到系统中的有关部件，因而时钟发生器芯片内有驱动器，以提高时钟信号的驱动能力。时钟发生器电路还时常包括产生复位信号及准备好信号的电路，因为这些控制信号需要与系统时钟信号同步。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

shishi caozuo xitong

**实时操作系统**　real-time operating system (RTOS)　又称即时作业系统。它比普通操作系统能更快地对外部事件做出响应。根据任务的紧迫程度，它能保证外部事件在秒级、毫秒级甚至微秒级的时间内得到处理。一个实时操作系统为保证它所控制进程的时间要求，除了包含内存管理、进程管理、设备驱动程序、文件系统和网络管理等功能之外，还应提供基于强占和优先级的实时任务调度机制，死锁侦测机制和特殊的进程间通信机制。实时应用通常由两部分组成，实时部分常驻留在系统核心中，非实时部分位于应用层，二者通过系统通信原语实现通信。实时操作系统广泛应用于军队指挥控制系统、军事情报处理系统和数据采集等实时性要求较高的领域。（撰写：张激　李德启　审订：瞿兆荣）

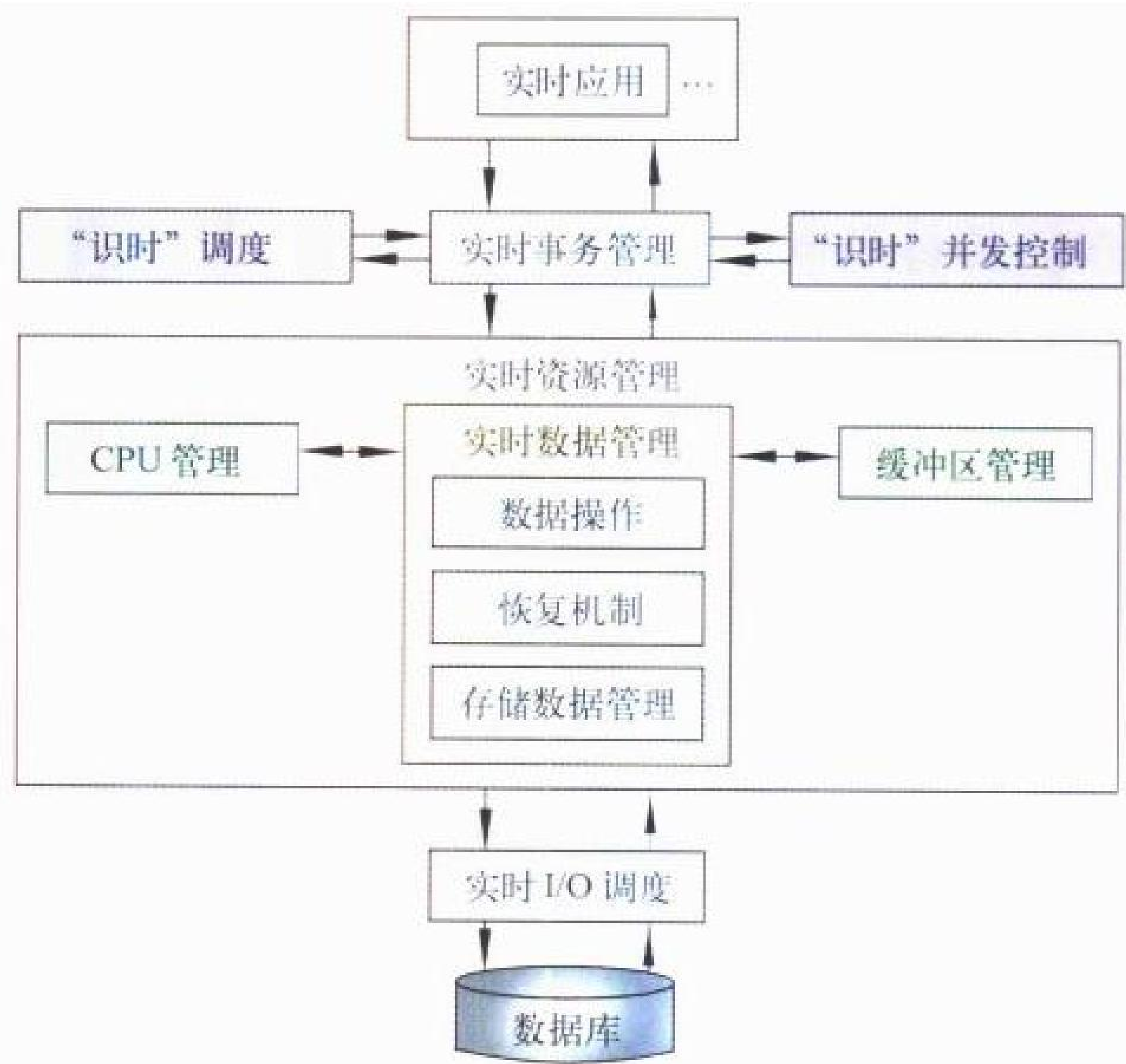
shishi ruanjian

**实时软件**　real-time software　能在规定的时间内（通常是毫秒级或微秒级）对外部事件作出反应的软件。实时软件的应用依赖于特定的实时操作系统支持。实时软件设计与通用软件设计不同，它强调实时性、可裁剪性、可移植性。根据不同应用需求，在设计实时软件时可有选择地实现下列主要功能和技术：⑴执行控制。可抢占的多任务内核；在轮转调度法中提供时间片；多任务协同运行。⑵提供多种通信方式。主从式节点通信；时间驱动的多路访问方式；总线控制方式。⑶软件重用。采用微内核技术。⑷资源分配。预先分配对象，防止产生碎片；在几个不同大小的堆中分配固定大小的对象，防止堆产生碎片；采用优先级继承以防止优先级逆转。⑸安全和可靠性保证。同类冗余，系统通过相同的多个任务防止随机错误；异类冗余，系统通过不同的多个任务通道防止随机错误；提供“看门狗”实现安全认证；提供中心安全监控保证错误识别和恢复。实时软件在火控、雷达、导航、制导等领域都具有广阔的应用和发展前景。

（撰写：张晓先　吴丽平　审订：瞿兆荣）

shishi shujuku

**实时数据库**　real-time database (RTDB)　数据和事务都有显式定时限制的数据库系统。它是数据库和实时系统在概念、技术、方法、机制上的“无缝”结合，既弥补了传统数据库系统只强调数据完整性和查询处理而忽视时间约束的不足，又克服了传统实时系统只注重数据和处理活动的定时性而不涉及对共享数据完整性和一致性维护的缺陷。实时数据库管理系统必须在实时操作系统的支持下运行，它特别具有以下功能特性：⑴数据库状态的新态性，即尽可能地保持数据库的状态为不断变化的现实世界当前最真实状态的映像；⑵数据值的时间一致性，即确保事务读取的数据是与时间一致的；⑶事务处理的“识时性”，即确保事务的及时处理，使其在规定的时限内得以满足。实时数据库开发的关键问题是：事务定时特性说明、事务/查询的接纳管理、事务处理的预报与应急计划、结果正确性与实时性的折衷等。实时数据库系统的体系结构如图所示。目前，实时数据库管理系统尚未有成熟产品，主要结合应用通过对传统数据库系统的改造来实现，通常采用两种途径：一是用高速设备代替磁盘，如把数据库全部或大部分存放在主存上构成一个主存数据库；二是牺牲传统数据库系统的一些优点来增强系统的实时性能。实时数据库系统可广泛应用于电力网和数据通信网的控制、生产过程控制和CIMS、空中交通管制、$C^3I$系统、雷达跟踪等领域。




实时数据库系统体系结构图

（撰写：佘性厚　审订：瞿兆荣）

shiti jianbie

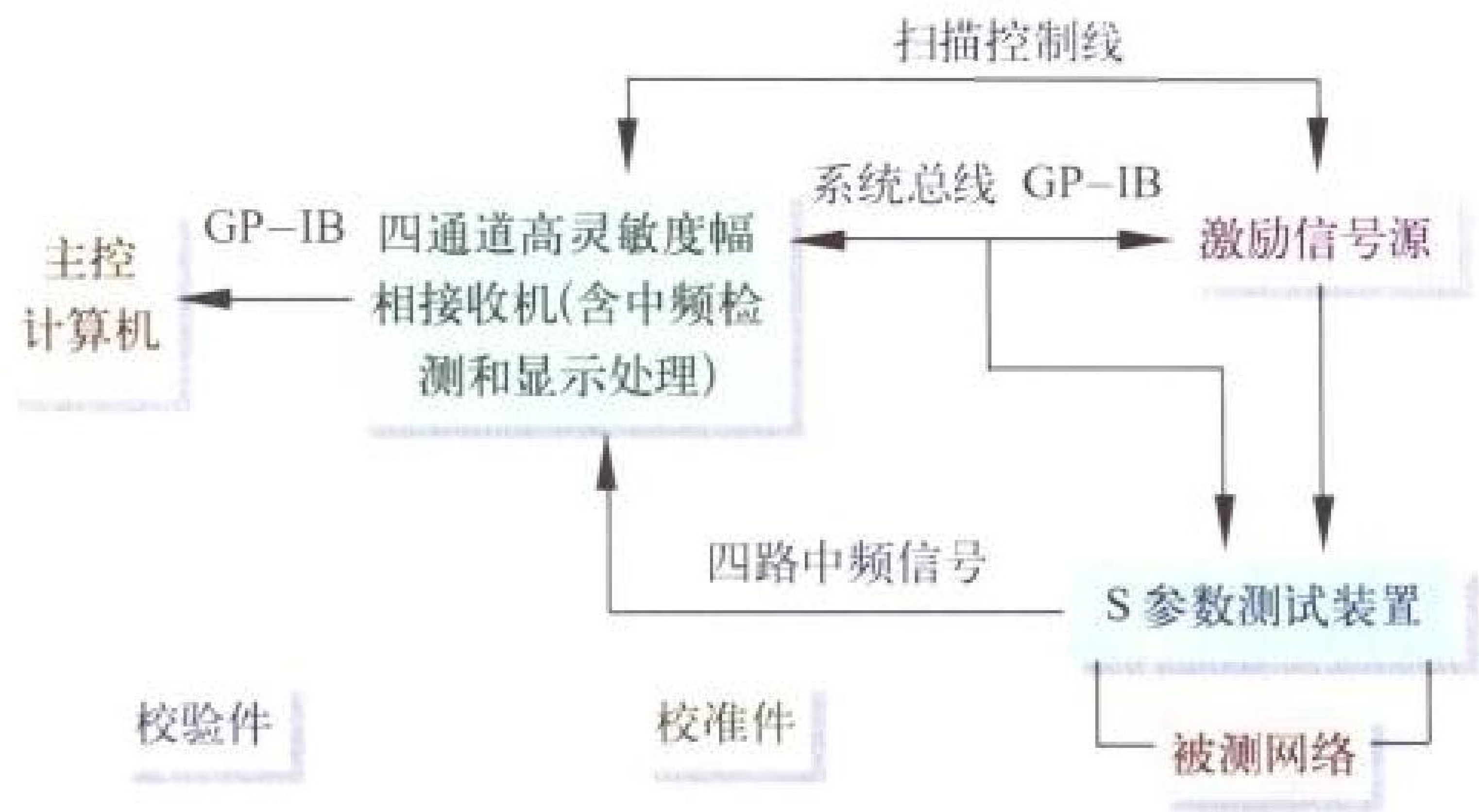
**实体鉴别**　entity authentication　又称对等实体鉴别。确认有关的对等实体是所需实体的过程。在国际标准化组织(ISO)定义的开放系统互联的安全模型中，当$N$层提供对等实体鉴别服务时，将使$(N+1)$实体确信与之打交道的对等实体正是它所需要的$(N+1)$实体。实体鉴别可在连接建立或在数据传送阶段的某个时刻实施，用以证实一个或多个连接实体的身份。系统可根据需要采用单向或双向对等实体鉴别。鉴别可以带有效期检验，也可以不带。这种服务能够提供各种不同程度的安全保护。

（撰写：关义章　审订：黄月江）

shiliang wangluo fenxiyi

**矢量网络分析仪**　vector network analyzer　能同时测量被测网络的幅度信息和相位信息的网络分析仪。矢量网络分析仪主要由激励信号源、$S$参数测试装置、四通道高灵敏度接收机和校准件四个重要部分组成，这四部分集成在一个机箱内时称为一体化矢量网络分析仪，否则称为分体式网络分析仪。矢量网络分析仪的激励信号源为合成扫频信号源，信号检测方式为锁相接收方式，信号分离器为高方向性的定向耦合器，可以测量网络的幅度、相位和群时延等特性。矢量网络分析仪不仅广泛应用于传统领域的耦合器、隔离器、滤波器、小信号放大器、线性调制器特性的测量，而且较好地解决了微波毫米波二极管、三极管、场效应管、单片集成电路、混合集成电路、石英晶体元件、声表面波器件等的测试问题，广泛应用于相控阵雷达、精确制导、电子对抗、隐

身、反隐身、微波通信等电子系统的科研和生产的全过程。矢量网络分析仪的原理如图所示。




矢量网络分析仪的原理框图

（撰写：李为民　审订：陈光禔）

shiliang xinhao fashengqi

**矢量信号发生器**　vector signal generator　用于产生数字通信系统的测试信号，具备一般合成信号发生器的性能及数字调制功能的发生器。数字通信射频信号采用数字调制，可在同相/正交（I/Q）平面上用一矢量图表示。在数字调制工作方式下，仪器内部的通用调制编码器和数据发生器提供一个数字调制信号的生成平台，调制格式、滤波器设置、数据来源和码率可由用户选择。仪器的矢量调制模式则可产生特殊的数字调制格式信号，将外部产生的 I/Q 信号加到仪器内部的 I/Q 调制器上进行调制。仪器的数字标准工作模式可为基站和移动台提供符合各种通信标准的测试信号。

（撰写：徐红兵　审订：陈光禔）

shiliang xinhao fenxiyi

**矢量信号分析仪**　vector signal analyzer　一种用于数字射频信号分析的仪器。射频输入信号经仪器的下变频成为中频信号，由高速 A/D 转换器进行数字化，然后经过数字混频成基带信号并分成实部分量和虚部分量，通过进一步处理，可得到信息完整的信号。把经过数字信号处理器所获得的数据流中计算出的理想信号，与被测信号进行比较，可得到包含所有调制误差的误差信号。矢量信号分析仪具有数字调制解调能力、能够对信号进行时域、频域和调制域分析，应用广泛，可直接对数字通信系统设备进行测试，如数字调制信号、信号猝发特性、星座图的分析以及 GSM 移动台和基站的相位误差、GSM 信号的频率响应、超声波和声呐信号的测试等。

（撰写：徐红兵　审订：陈光禔）

shiboguan

**示波管**　oscilloscope tube　用产生可见图形来表示电信号之间相互关系的一种真空显示器件。如图所示，在一个气密的真空玻壳内，由电子枪、荧光屏、管基或管底和偏转系统组成，管基或管底是管内各电极接到外部电路的管脚或管针，电子枪包括热阴极和静电聚焦电子透镜，聚焦成束的电子通过两对静电偏转板，其中垂直偏转板加信号电压，水平偏转板加锯齿波电压作为时基，聚焦偏转后的电子被加速轰击荧光屏发光，显示出各种波形。根据需要荧光屏可由各种发光色和余辉的荧光材料制成，观察用示波管常用发绿光的荧光粉，供摄录的示波管采用发光光谱与胶卷匹配的蓝色荧光粉。同时显示多个波形的示波管称多枪示波管，能在数百兆赫至数吉赫宽频带范围内工作的示波管称宽频带示波管。使用行波偏转系统、扫描扩展部件和微通道板的示波管，带宽可达 3 ~ 7 GHz，是核聚变摄录高速单次信号的关键器件。示波管用于示波器、各种雷达、超声探伤和诊断仪等。

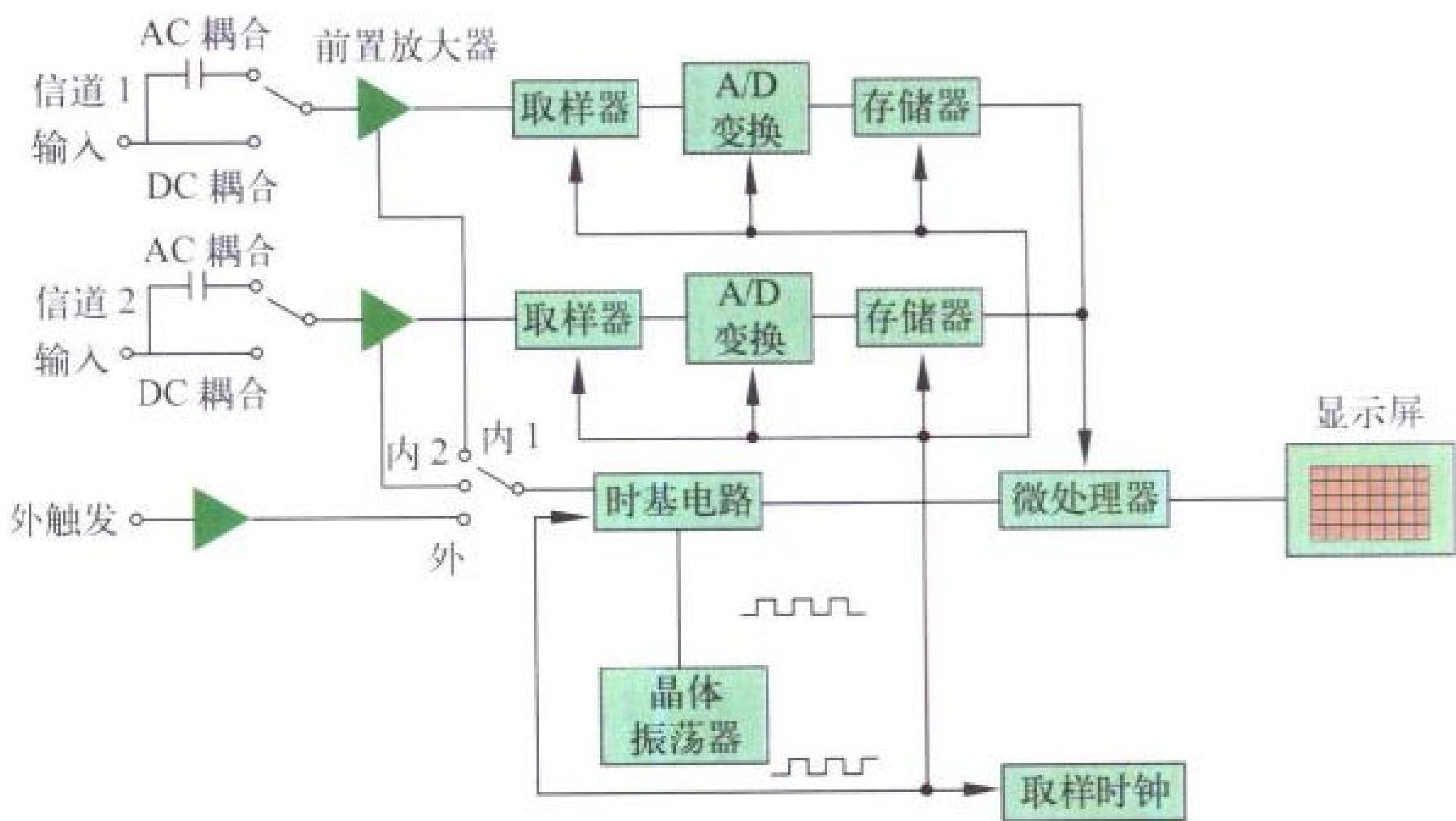


示波管

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

shiboqi

**示波器**　oscilloscope　一种可以用来观察、测量、记录各种瞬时物理现象并以图形方式显示其与时间关系的电子仪器，是电子测量中一种最常用的仪器。示波器直观、形象的显示效果有助于对被测对象的深入了解，因此获得广泛的应用。典型的示波器产生一个二维的图形，输入端接收的信号加在 $Y$ 轴方向上，而时间标在 $X$ 轴方向上。周期的或非周期的被测信号在 CRT 屏幕上显示出一条光亮的轨迹，用以描述某些物理量随时间的瞬时变化特性。一般示波器有多个输入通道，可以同时观测多个信号波形，从而测量相关信号的时序关系。现代示波器的响应时间从纳秒级到秒级。示波器可分为模拟示波器和数字示波器。模拟示波器由垂直通道（输入信号的调理）、水平通道（时基信号的产生与触发）、显示器和控制面板（聚焦、亮度、灵敏度、扫描速度的控制与调节）组成；数字示波器是将输入的被测信号用模数转换器转换成对应数字量，并保存在存储器中。采集完成后，从数字存储器中取出这一系列数字，经过适当处理后绘制出信号对时间的波形。数字存储示波器的原理如图所示。




数字存储示波器的原理图

（撰写：陈光禔　审订：顾亚平）

shipin suiji cunqu cunchuqi

**视频随机存取存储器**　video random access memory (VRAM)　一种用于存储、传送和显示图像、文字信息的专用随机存取存储器。其基本功能是根据图形数据控制器的控制信息，在显示器上高速显示数据。VRAM 的基本组成包括 DRAM、高速移位寄存器及图形数据控制电路等几部分。

VRAM 通常有帧存储器和多端口存储器两种类型．前者多用于电视机和录像机，后者多用于计算机图像显示系统。与动态随机存取存储器 DRAM 相比，VRAM 具有更高的数据传输速度和效率，作为显示存储器有更高的图像转换速率，特别适用于高分辨率的图像处理显示控制卡。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

shouquan

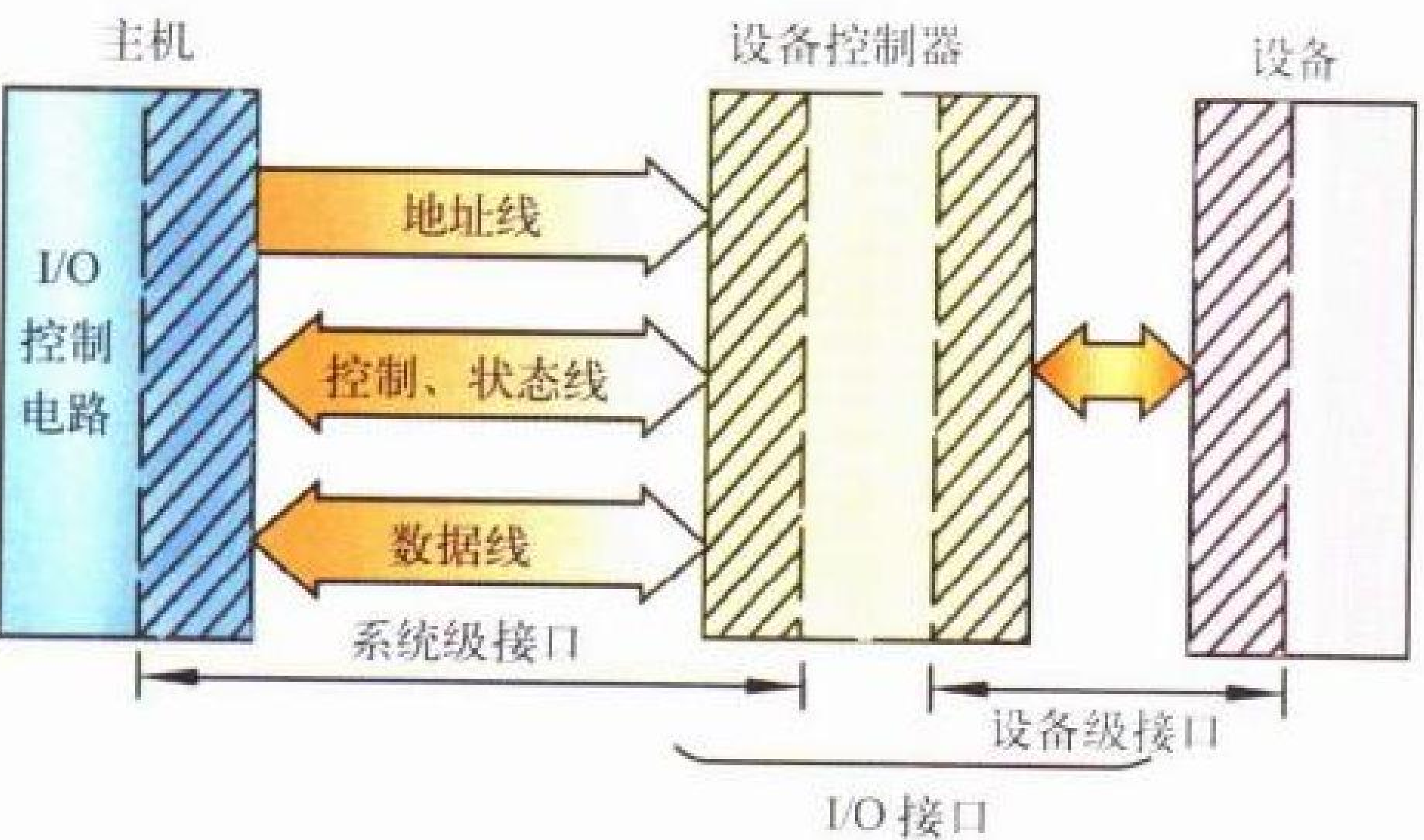
**授权**　authorization　在访问控制中，授予使用者、程序、进程访问的权利。授权也指在系统运行中授予某用户以特定的方式与某信息系统通信或使用系统资源的权利。在计算机安全领域中，授权取得进入系统或使用系统资源是通过为用户颁发各种凭证（如口令、智能卡）或制定某种规则来实现的。（撰写：关义章　审订：黄月江）

shuzhuangpu ganrao

**梳状谱干扰**　pectination spectrum jamming　在一部干扰机上采用特殊的调制方式，形成频谱离散分布的多个干扰信号，用来同时压制敌方多个无线电信道。梳状谱干扰与宽带谱拦阻干扰相比具有功率利用率高、干扰效果好的优点，尤其是在被干扰对象的通信信道的分布间隔较大时，梳状谱干扰的干扰频率将会明显提高。梳状谱干扰在频域上有等间隔分布和非等间隔分布两种，等间隔分布的梳状谱干扰在实际使用中有其局限性，目前，非等间隔的梳状谱干扰技术已大量使用，这种梳状谱干扰的实现采用了射频存储技术，也可通过软件无线电方式实现。（撰写：杨小牛　审订：赵　明）

shuru shuchu jiekou

**输入输出接口**　input/output interface　将主机和外围设备相互连接与实现信息交换的硬软件设施。如图所示，设备控




主机与外围设备的连接图

制器与主机连接的一端接口常称为系统接口，另一端与设备连接的称为设备接口。为了互换，这两个接口都有国际标准或工业标准。接口的标准化有利于主机和外设互相独立地进行设计。严格地说，输入输出接口指的应是系统接口，而输入输出设备接口指的是设备接口，但也常混为一谈。两个接口之间常根据需要分成适配器和控制器两部分．通常适配器承担命令传送和数据寄存，控制器承担设备的控制与管理。由于微机的广泛使用，许多输入输出设备（如高档打印机）把控制器一部分或大部分都集中到设备中去。这样，只要花很少代价改换适配器就可把同一设备连接到不同的主机上，提高了设备的通用性。早期的计算机，主要是通过设计不同的控制电路来实现各种外设与主机的连接。以硬件接口设计为主，随着大规模集成电路的发展，接口有专用芯片可供选用。这样，接口设计中软件的比重便随之加大了。输入输出设备通过接口与主机进行信息交换的基本工作方式有：程序控制方式、中断方式和直接存储器存取（DMA）方式。程序控制方式现已过时，不再采用。

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

shuru shuchu tongdao

**输入输出通道**　input / output channel　主存储器与外围设备之间进行信息交换所使用的物理通道。通道管理外围设备的工作和信息传输，以减少外围设备对主机的打扰，实现数据处理和传输的并行工作。只作数据输入的称为输入通道，而只作数据输出的称为输出通道。由于外围设备种类繁多、传输速度和传输方式各不相同，为了提高控制效率，所以采用了不同的通道结构，典型的有：字节多路通道、选择通道和成组多路通道。字节多路通道可连接多台低速外围设备，以字节交叉方式传送数据，多台低速设备分时占用通道和主机交换数据，一个字节多路通道可连接多个子通道，每个子通道可接 1 台或多台设备，不同子通道的设备可同时工作，相同子通道内 1 次只允许 1 台设备与主机交换数据。选择通道可连接多台高速外围设备（磁带、磁盘）但每次只选择其中 1 台设备以成组方式与主机交换数据。成组多路通道可控制多台高速外围设备以成组交叉方式分时传送数据，某台设备与主机交换数据时，允许别的设备作寻址或其他准备传输的操作，实现设备间的平行工作。成组多路通道在一次传输期间能传输大量数据，是大型机、巨型机经常采用的数据传输方式。（撰写：徐良贤　修订：张学孝　审订：张金荣）

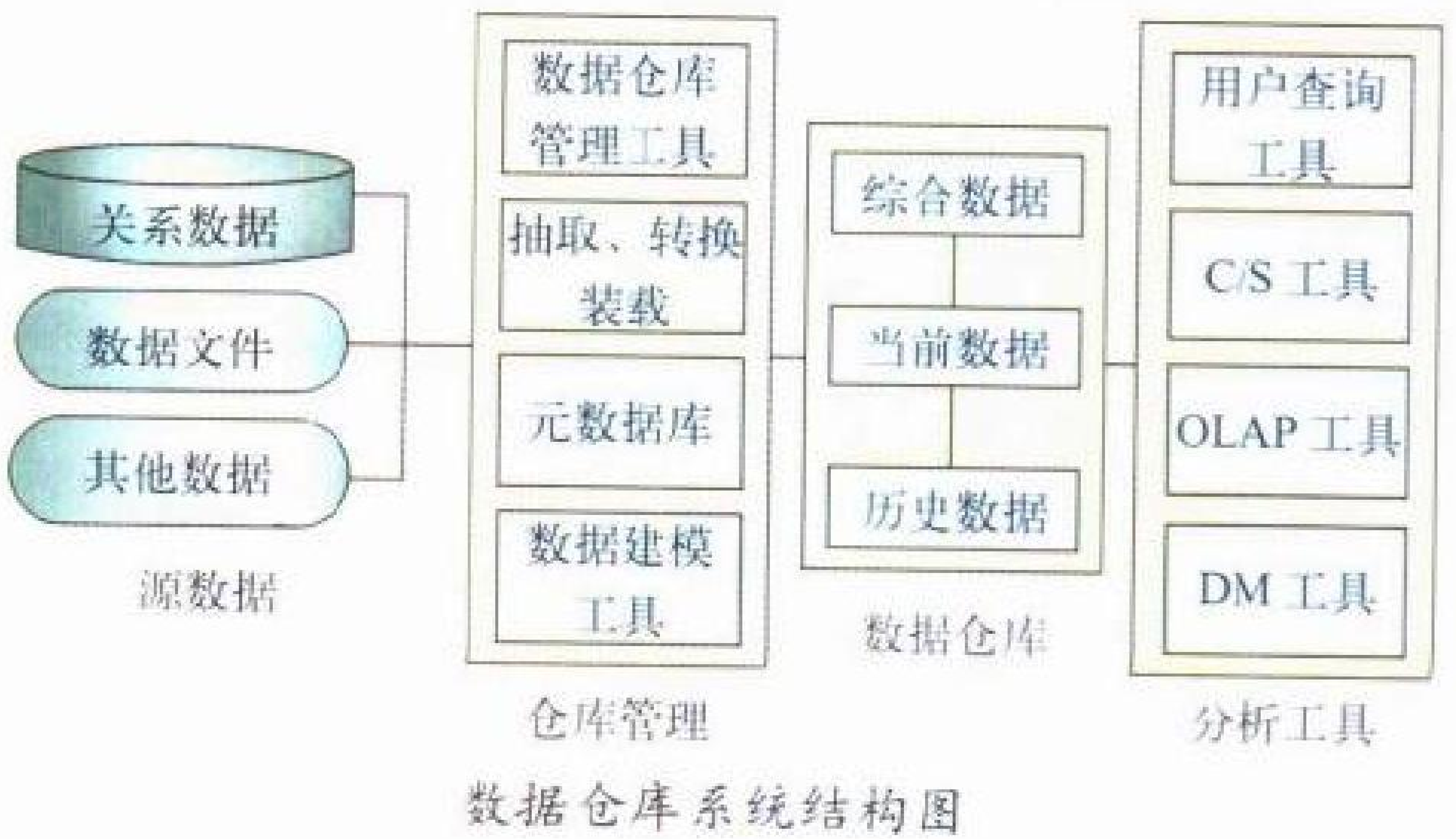
shucong chuantou leida

**树丛穿透雷达**　foliage penetrate radar　利用电磁波探测隐蔽在树丛中的目标的雷达。树丛穿透 SAR 能使隐蔽的地面车辆成像，因为采用较长的波长可以使树丛的反向散射降低，并足以成功地检测和识别出隐蔽在树丛中的目标。植物对无线电波的衰减在高频段要比微波频段小一个量级，因此工作在较低频段（数百兆赫）的雷达具有强的树丛穿透能力。超宽带 VHF/UHF SAR 在树丛穿透雷达领域中有重要应用，它采用超宽带雷达信号，可获得很高的距离分辨率，并可进行二维高分辨率成像。典型的是机载超宽带 SAR，既可用作军用战术监视，又可作为民用遥感，作为军用可探测到隐蔽在树丛中的部队及战车等，民用主要是环境监测。

（撰写：单荣光　审订：倪晋麟）

shuju cangku

**数据仓库**　data warehouse (DW)　以支持企业或组织决策



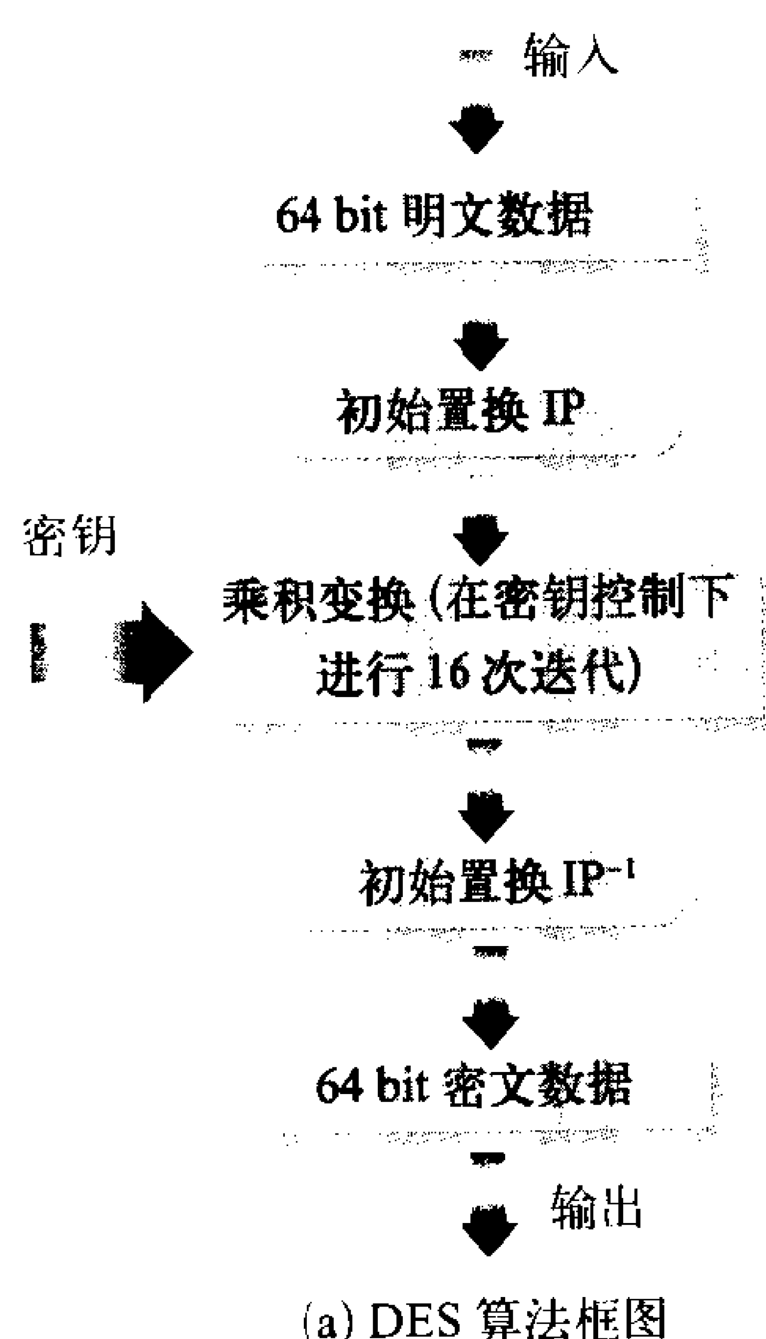

数据仓库系统结构图

分析处理为目的，具有面向主题、整合、稳定和有时限特征的数据集合。其中，主题是数据归类的标准，抽象地对应企业或组织的某一宏观分析领域；整合是要求对来自不同数据源的原始数据进行清理、加工和集成，消除矛盾，使数据的组织实现从面向应用到面向主题的转变；稳定意味着数据经整合进入数据仓库后在一个较长生存期内不可更新；而时限特征则指数据仓库内数据均带有历史时期标志，便于企业或组织的决策支持系统进行时间趋势分析。数据仓库概念形成于 20 世纪 90 年代初，它的建立是基于整个企业或组织的数据模型，其物理组织一般采用星形结构的关系数据库，这种结构由事实表和维表组成，多个维表之间形成高度集中的多维数据结构，可供联机分析处理 (OLAP) 进行多视角的数据分析和加工。一个数据仓库系统主要由数据仓库 (DW)、数据仓库管理系统 (DWMS) 和分析工具集三部分组成，系统结构如图所示。其中，DW 包括与企业业务有关的历史基本数据、当前基本数据和经过不同程度加工处理的数据；DWMS 包括定义部件、数据获取部件、管理部件、元数据存储部件、DBMS 部件等；分析工具集包括可视化和多维分析查询工具、数据挖掘 (DM) 工具等。数据仓库、联机分析处理、数据挖掘的结合创立了决策支持系统的新方向。数据仓库可广泛应用在军队信息库处理中，诸如军队后勤保障支持系统、情报信息处理系统等。

（撰写：余性厚　蒋强锋　审订：瞿兆荣）

shuju jiami biaozhun

**数据加密标准** data encryption standard (DES)　用于数据加密的标准密码算法。此处的 DES 则指曾广泛应用的美国联邦信息处理标准 46 (FIPS PUB 46)。DES 是一个分组密码算法，它以 64 bit 为分组对数据加密。加密和解密用同样的密码算法和同样的密钥，密钥长度为 56 bit。该算法利用了两个加密的基本技术——混乱和扩散的组合。DES 基本标准单元是这些技术的一次组合（先代替后置换），它被称为一次迭代。DES 共进行 16 次迭代运算且只使用标准的算术和逻辑运算，其运算也只有 64 位，所以很容易用硬件实现。DES 的工作方式有四种：电子密本 (ECB)、密码分组链接 (CBC)、输出反馈 (OFB) 和密文反馈 (CFB) 方式。DES 对推动密码算法设计和广泛应用起到了极其重要的作用。DES 的基本框图和各种工作方式如图所示。

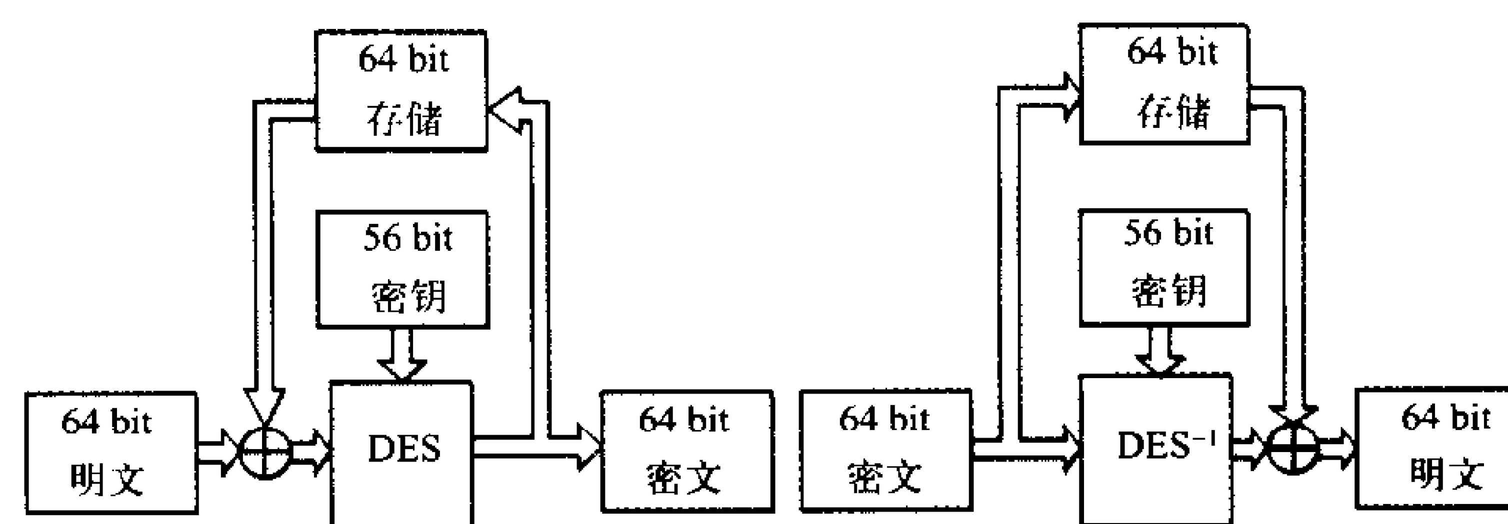



(a) DES 算法框图

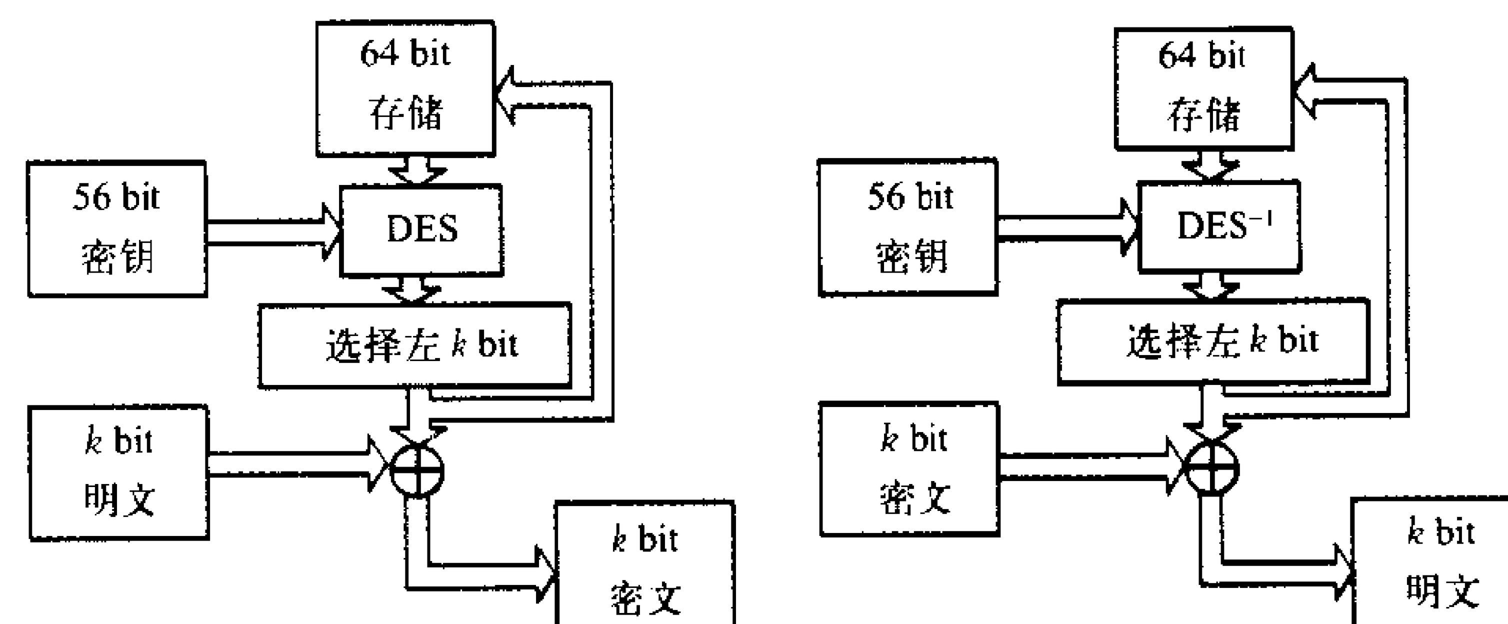
56 bit 密钥　　56 bit 密钥

64 bit 明文 → DES → 64 bit 密文　　64 bit 密文 → DES$^{-1}$ → 64 bit 明文

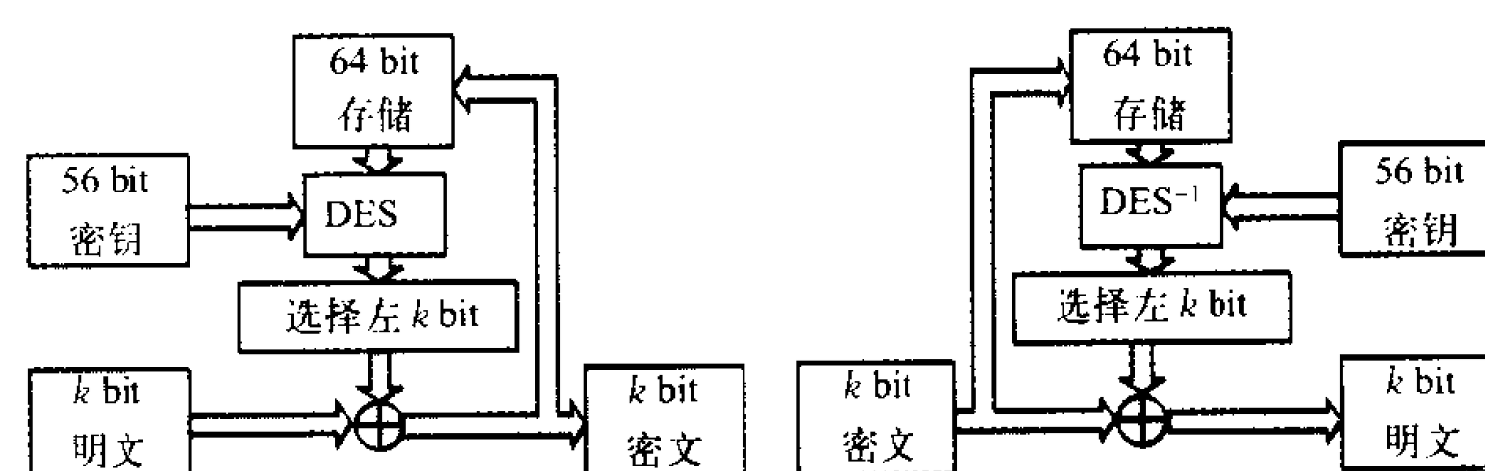
(b) DES 的 ECB 工作方式




(c) DES 的 CBC 工作方式




(d) DES 的 OFB 工作方式 ($k \leqslant 64$)




(e) DES 的 CFB 工作方式 ($k \leqslant 64$)

DES 的基本框图及各种工作方式

（撰写：关义章　审订：黄月江）

shuju jiegou

**数据结构** data structures　程序的处理对象及其操作的逻辑表示。数据结构是相互之间存在一种或多种特定关联的数据元素的集合。数据元素是数据的基本单位。一个数据元素可由若干个数据项组成。数据项是数据的不可分割的最小单位。数据元素及其间的数据约束关系称为数据结构的逻辑构成或逻辑结构。数据逻辑的逻辑结构从比较抽象的角度刻画数据结构所具有的数学性质，将数据元素抽象为结点，数据元素间的关系当作连接结点的边，而访问数据结构的操作则描述为离散数学结构上的运算。数据结构的存储结构是指它在计算机中所需用的存储空间、空间的构成结构及对该存储结构的访问方式等的统称。一般来说，存储结构的具体设计是在明确该数据逻辑结构的定义之后进行的。在高级语言中，数据类型是数据结构的重要表现形式，它具体描述数据元素的逻辑构成和特征。简单数据结构类型通常有整数、实数、布尔值、字符、枚举值和指针等，复杂数据结构类型有字符串、数组、记录、集合、链表、树和图等。

（撰写：张晓先　张海宁　审订：瞿兆荣）

shujuku

**数据库** database (DB)　在计算机外部存储设备上按一定数据模型组织的结构相互关联的数据集合。数据库技术是在 20 世纪 60 年代中期以后，随着计算机在数据处理领域应用的迅速扩展，为满足大型企业和组织建立信息系统的需要而发展起来的一种新型数据管理技术。它克服了先前人工管理

方式和文件系统管理方式固有的缺陷，即应用程序和数据结构的相互依赖，实现了：(1)数据的高度一体化组织，具有最小的数据冗余，在结构上易于维护和扩充；(2)应用程序在逻辑上和物理上对数据结构和存取方法有较高独立性，保证了数据的共享；(3)对数据完整性、安全性和保密性的统一控制，增强了数据的可信度。根据所基于的数据模型，传统的数据库可分为层次数据库、网状数据库和关系数据库。进入90年代，基于面向对象数据模型的数据库研究异军突起，数据库技术与面向对象技术、专业领域技术和计算机体系结构研究相结合，又涌现了一大批新型的数据库，如并行数据库、演绎数据库、移动数据库、空间数据库、工程数据库、模糊数据库、地理数据库、统计数据库、多媒体数据库等，推动数据库技术的研究和应用进入一个新的高潮。

（撰写：余性厚　万年红　审订：瞿兆荣）

shujuku anquanxing

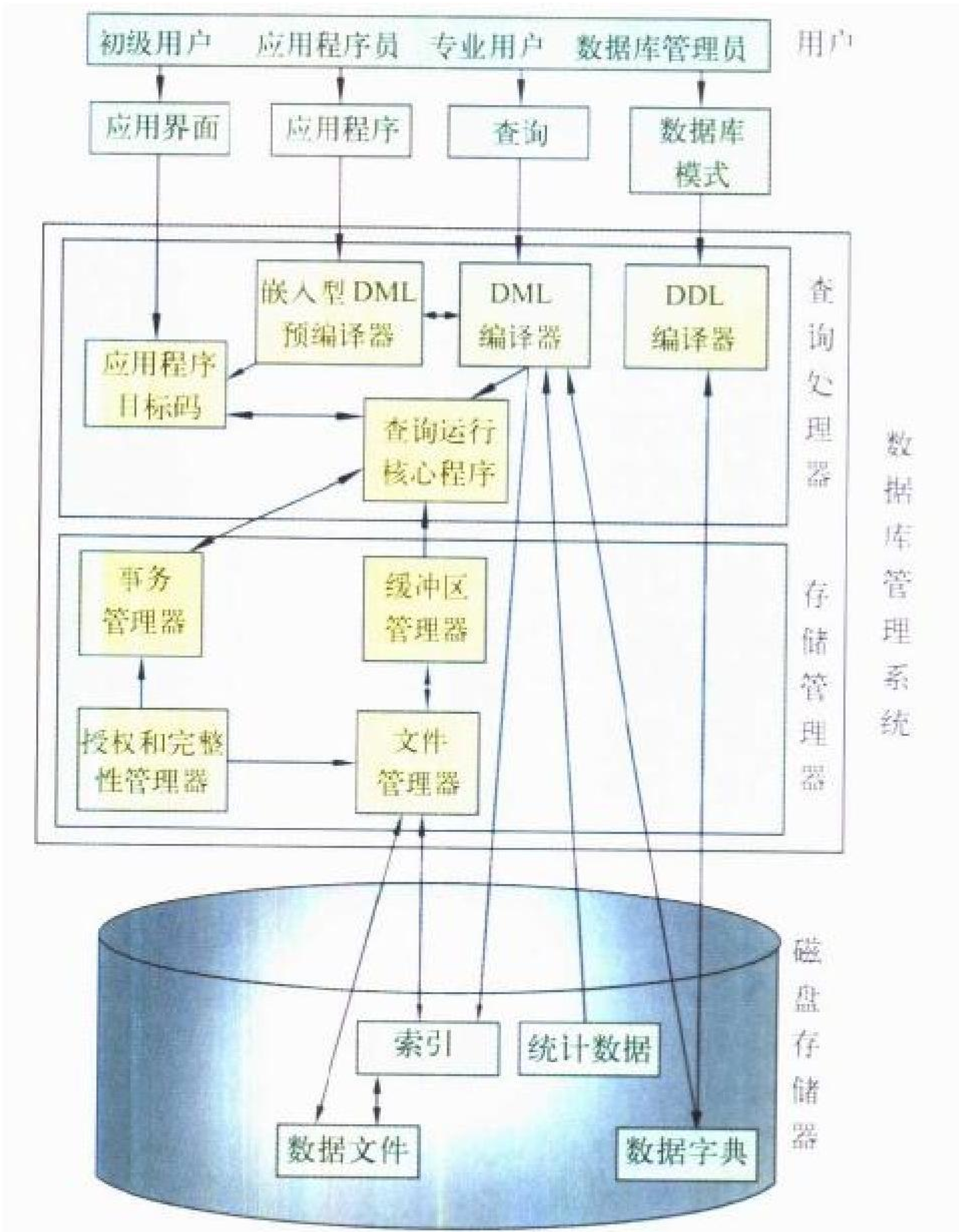
**数据库安全性**　database security　保护数据库不致因非法的存取和更新以及人为/非人为因素破坏而泄露或受损的能力。对数据库的安全控制可分为社会安全控制和技术安全控制两方面的内容。其中社会安全控制涉及政策方针、法律法规、规章制度、社会伦理道德等；技术安全控制涉及物理环境控制、运行策略控制、用户身份鉴别、存取权限控制、计算机硬/软件安全控制、数据加密控制和数据使用安全审计等。数据库的安全保护与数据库的完整性保护不同，数据库的访问主体是系统安全保护的首要受检对象。由于对数据库的读/写访问有可能超越用户应有的权利而造成数据库安全的受损，因此数据库安全的主要研究内容是：用户应有哪些访问权利，由谁决定用户的权利，怎样说明用户的权利，如何检查非法访问，如何控制数据访问，对安全遭到破坏时的处置措施等。　（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

shujuku de shuju wanzhengxing

**数据库的数据完整性**　data integrity of database　数据库中数据的正确性和一致性。它是用户数据存储和维护的一种需求，目的是使现实世界中的实体与其以数据形式存储在数据库中的模型完全一致。其中，正确性表征了数据的有效性，而一致性表明了在多用户操作环境中对数据及其联系的无歧义性要求。数据库系统提供的数据完整性通常包括数据的语义完整和操作完整。数据语义反映了数据库中数据的现实意义，部分隐含在数据结构中，部分通过完整性约束条件来实现。数据的操作完整涉及在数据库与用户操作环境中对事务或应用的并发控制以及数据库遭受破坏或损害时回到用户可用状态的恢复能力。数据完整性有可能受损，主要原因有：(1)操作员、终端用户的错误或疏忽；(2)操作数据库的应用程序有错；(3)并发操作控制不当；(4)计算机硬件或软件故障。数据完整性的控制主要是监督事务的执行，确定检查时刻，检定是否违反完整性约束条件，并在确认事务无效时作出恰当的反应。数据完整性可保护数据库避免因合法用户的误操作而招致损害，它是评价一个数据库系统性能的重要指标。　（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

shujuku guanli xitong

**数据库管理系统**　database management system (DBMS)　一种对数据库(DB)中的数据实施组织、管理和存取的软件。它在操作系统的支持下运行，用户通过DBMS可以逻辑地、抽象地处理数据，而不必涉及数据存储的物理细节，即具有较高的数据独立性；同时DBMS还负责维护数据库，保证数据库的完整性、安全性和可用性。一般来说，数据库管理系统和数据库是数据库系统(DBS)的基本组成部分。DBS是一个实际可运行的，按照数据库分类方法存储、维护和向应用系统提供数据支持的系统，它是存储介质、处理对象和管理对象的集合体，其全局结构如图所示。一个完整的DBMS的




数据库系统全局结构图

基本功能应包括：(1)DB定义功能，提供数据定义语言(DDL)定义DB结构，提供数据控制语言(DCL)定义数据完整性约束和安全保密约束等；(2)DB操作功能，提供数据操作语言(DML)实现如检索、插入、删除和修改等各类数据操作；(3)DB保护功能，通过并发控制、存取控制、完整性约束检查和执行、恢复机制等实现事务管理，保证DB正确有效；(4)DB建立和维护功能，包括DB的初始数据装入和转换、数据字典管理、DB备份保存和转储、结构重组、性能监测分析等；(5)数据通信功能，具有与操作系统的联机处理、远程作业输入功能的相应接口，以支持与其他软件系统通信，扩大数据库系统的应用。DBMS的体系结构应具有清晰和开放特征，以便于用户根据应用和特殊需要扩充新的模块和工具。DBMS的效率一般取决于计算机内部资源的利用、DBMS本身的运行以及用户对DBMS的应用开发。

（撰写：余性厚　万年红　审订：瞿兆荣）

shujulü leida

**数据率(雷达)**　data rate (radar)　又称数据更新率。雷达更新目标观测数据的速率。对于搜索雷达，数据率是指雷达完成一次对其覆盖范围搜索的速率；对于跟踪雷达，数据率是指雷达对跟踪目标更新观察值的速率。数据率的单位是1/s。对于机械旋转扫描的单天线雷达，数据率通常就是其天线旋

转1周所需时间的倒数；对于相控阵雷达，其搜索与跟踪数据率可以不同，跟踪不同目标的数据率也可以不同。高的数据率对机动目标的稳定跟踪和正确引导尤为重要。

（撰写：吴剑旗 审订：孙继云）

shuju moxing

**数据模型** data model 一种定义数据及其操作的抽象表示，是一种形式化描述现实世界中的实体、实体之间的联系以及有关的语义约束规则的方法。数据模型表示数据库的整体逻辑法则，由三部分组成：(1)一组用以构造数据库的基本数据结构类型，它是所研究的对象类型的集合，可精确地描述系统的静态特性；(2)一组能对该数据结构类型的任何有效实例(值)执行的操作或推导规则，可描述系统的动态特性；(3)一组对任何基于该数据模型的数据库通用的完整性约束规则，用以限定数据库状态和状态变化，保证数据的正确、有效和一致。

根据其适用的对象不同，有两类数据模型：(1)信息模型或概念数据模型，它独立于计算机的具体实现，用于描述用户和设计者都能理解的信息结构。常用的有实体联系模型、语义网络模型等；(2)基本数据模型或结构数据模型，它直接面向数据库中的数据逻辑结构，常用的有层次数据模型、网状数据模型、关系数据模型。20世纪80年代中期以后，数据库技术进一步应用到多媒体领域、工程领域、人工智能和数据集成领域。由于这类领域的数据结构复杂、数据库庞大，人们把数据库技术和面向对象的方法相结合，产生一种新的面向对象数据模型来探讨和建立新一代数据库。数据模型的表示能力和灵活性对数据库性能有直接影响，通常要根据模型的可用性和可实现性的具体特征来对数据模型的性能作出综合的评价。

（撰写：余性厚 江水 审订：瞿兆荣）

shuju ronghe

**数据融合** data fusion 一种适应性知识创新过程。将相似或不相似观察(数据)的各个单位经过对齐、相关和组合构成有组织的和标准的集合(信息)，并经过进一步评估以建模、理解(知识)观察域的组成与行为。这一认知过程在军事领域一直用于人工的调查研究。由于传感器与数据库的数据源的极大丰富，计算机化自动化数据融合技术代替人工操作迅速发展。数据融合是演绎性的，它将传感数据与先前学习(归纳)的模板或模式比较，以检测、识别和建模观察域内的对象和对象群。美国国防部联合实验室主任(JDL)将数据融合过程分解为4级信息精化过程：

1级：对象精化——通过数据相关，将观察域内各个对象精化(包括状态和属性)；

2级：态势精化——将观察域内所有对象(信息)相关，以评估当前态势；

3级：威胁精化——将当前态势与环境及其他制约因数相关，以预示态势的影响(知识)，在军事上主要是威胁；

4级：过程精化——将融合过程持续适应调整，以优化知识提供的过程，满足对知识的需求。

数据融合可使动态目标的跟踪和识别得到极大的改善，可以更好地了解观察域内所有敌、我、友对象的时空态势关系，从而综合环境与制约条件，评估威胁的程度，决定应采取的措施与行动，并对行动进行仿真分析，形成优化的决策方案。它是指挥自动化与$C^4$ISR系统的重大关键技术。

数据融合是多项技术集成的结果，包括计算机科学、信号处理、地理信息处理、模式识别、统计分析和人工智能等。20世纪后期，特别是90年代以来得到迅速发展和广泛应用，预计这一势头还将在21世纪继续下去。

（撰写：童志鹏）

shuju shoutao

**数据手套** data glove 可以戴在手上进行数据输入或控制的虚拟现实交互设备。手套上装有传感器，可以将手和手指的移动或变化转换成命令。它是一种人机交互工具。数据手套可以捕捉手指和手腕的相对运动，提供各种手势信号。数据手套包括一个六自由度探测器，用以跟踪手的实际位置和方向。在虚拟环境中，操作者通过数据手套可以用手去抓或推动虚拟物体，做出各种手势命令，如触摸物或人，拿起或搬动一个物体，以及做其他任何在真实世界中用手做的事情。操作者戴上数据手套后，在虚拟世界中抓住与举起一个物体的感觉，如同在真实世界中一样。现在世界上已有多种从简单到复杂的数据手套投入生产。数据手套等虚拟现实技术在武器装备研制过程中的先期演示、仿真试验等领域应用非常广泛，其发展前景非常广阔。随着光电技术、传感技术和计算机网络技术的飞速发展，数据手套在灵活性等方面取得较大改进后会进入全面的实用阶段。

（撰写：邵培南 崔红军 审订：瞿兆荣）

shuju tiaozhijietiaoqi zhuanyong dianlu

**数据调制解调器专用电路** ASIC of data modulator and demodulator 专为调制解调器(MODEM)设计生产的集成电路。调制解调器是一种可将数字信号转换成模拟信号，以便在模拟信道中传输，又可将被转换的模拟信号还原为数字信号，以便数字设备进行处理的电路装置。MODEM用于计算机、传真机及其他数据终端通过公用电话网等模拟信道相互连接，实现数据通信功能。近年来MODEM还被广泛用于个人计算机经电话拨号方式接入因特网。由于通信是双向的，因此数据调制器和解调器总是配对安装使用的，故简称为调制解调器。MODEM除完成D/A、A/D变换外还应具有定时、波形形成、位同步与载波恢复及相应的接口控制功能，有时还含有AGC和线路特征均衡器等，用以改善数据传输的质量。MODEM用在通信线路上，必须有统一的标准。CCITT制定了一系列建议标准，对使用和制造MODEM提出了统一的规范要求。MODEM的分类可以从不同角度进行。按传输速度可分为低速(1200 b/s以下)、中速(2400～4800 b/s)及高速(9600 b/s以上)，按调制方式可分为FSK、PSK、QAM、TCM等。此外还可分成并行与串行、同步与异步、公用电话网与专用通信线路、机内与机外、单工、双工与半双工、远程和近程等。目前中低速的MODEM已实现单片集成化，多采用Si CMOS工艺。该技术领域的发展趋势是：研制9600～28000 b/s话路频带高速MODEM用的单芯片集成电路、开发智能型MODEM以及各种新型MODEM、如无线MODEM、多载频和宽带MODEM等。

（撰写：李涵秋 审订：林金庭）

shuju tongxin

**数据通信** data communication 依照通信协议、利用数据传输技术在两个功能单元间传递数据信息。可实现计算机与计算机、计算机与终端以及终端与终端之间的数据信息传

递。数据通信是计算机与通信相结合而产生的一种通信方式。它所实现的主要是“人(通过终端)—机(计算机)”通信，“机—机”通信和“人(通过智能终端)—人”通信。它所传递的信息均为二进制数据形式，而且总是与科学计算、过程控制等广义的远程信息处理相联系的。由于信息处理的内容与处理方式不同，对数据通信的要求也有很大差别。如根据系统的不同应用，对终端类型、传输代码、传输速率、传输方式、系统响应时间、信息的安全性和准确性、系统的可靠性等方面的要求也不同，从而使数据通信面临的因素也比较复杂。数据通信用的传输信道可以是固定的，也可以是交换式(包括电路交换与分组交换)的。交换网络相关的功能，均以通信协议的形式加以规定，其中也包括端系统与网络的接口协议。所谓协议即通信双方为准确有效地通信所必须遵循的规则和约定。这种协议可以分为两类，一种是网内节点间的协议及端系统与节点间的协议，这是构成网络所必须的；另一种是端系统间的协议，它是端系统应用进程通信的协议。数据通信的典型应用有文件传送、电子信函、远程登录、目录查询等。其发展方向一是提高传输速率；二是提供综合业务，保证服务质量；三是支持移动通信；四是增加高性能的应用业务；五是互联互通。

(撰写：汪润生　修订：智少游　审订：汪恩荣)

shuju wajue

**数据挖掘**　data mining　又称数据库中的知识发现，它是一种从企业或组织的大型数据库或数据仓库中发现知识和提取隐含的预测性信息的技术。数据挖掘是一种决策支持过程，它利用人工智能、机器学习、统计分析、神经网络、遗传算法、模糊数学等方法自动分析企业或组织的原有数据，发现隐含规律，作出归纳性推理，抽取潜在模式，预测客户行为，指导和帮助企业领导层适时调整市场策略，减少风险，作出正确的经营和发展决策。在数据仓库中，数据挖掘是一个从大量数据中提取可信模式的高级处理过程。数据挖掘主要实施数据关联分析、时序模式分析、数据聚类划分、数据分类表征、数据偏差检测和数据变化预测等任务，并产生相应信息。一般说来，数据挖掘可分为四个步骤：(1) 通过数据集成、数据选择和预分析实现数据整合；(2) 综合应用数据挖掘方法分析数据仓库中的数据和提取模式；(3) 利用可视化数据分析工具表述获取的信息；(4) 对挖掘结果进行分析评估。数据挖掘获得的信息可用规则、决策树、浓缩数据、公式等形式来表示。数据挖掘一词出自 20 世纪 90 年代中期，早期挖掘的主要对象是关系数据库，现已扩及到空间数据库、时态数据库、文本数据库、多媒体数据库、WEB 数据库等。数据挖掘技术已在各类军事决策中得到广泛应用。数据挖掘与 OLAP 均属于分析型工具，但它们之间有以下明显区别：(1) 数据挖掘型的分析过程是自动的；OLAP 更多地依赖用户输入问题和分析，用户先入为主的局限性会影响最终评价。(2) 从对数据分析的深度来看，OLAP 是解释模型和思考模型；数据挖掘是公式模型，所以数据挖掘的数据分析高于 OLAP。虽然数据挖掘和 OLAP 存在差异，但作为数据仓库系统的工具层的组成部分，两者相辅相成，相得益彰。

(撰写：余性厚　蒋强锋　审订：瞿兆荣)

shuju wanzhengxing

**数据完整性**　data integrity　数据的一种未受损的状态和保持完整或未被分割的品质或状态，也就是说数据不会因有意或无意的事件而被重复、插入、修改、乱序、删除等。数据完整性是数据可用性的先决条件。影响数据完整性的因素很多，有人为的蓄意破坏、人为的无意修改、软件和硬件的失效、自然灾害等。人们可以利用各种手段确保数据的完整性。密码是用来保护数据完整性的最有效的手段之一。

(撰写：关义章　审订：黄月江)

shuju yasuo

**数据压缩**　data compression　又称无失真压缩。在数据处理过程中不产生失真的一种压缩技术。对于离散信源而言，无失真数据压缩是在信息被完整保持的情况下，使编码后数据率质量接近于信源的熵。无失真压缩的基本方法是将源数据分段表示，研究其组成模式或结构的基本元素，统计这些元素的分布特性，在匹配其统计特性的基础上，选用最小平均比特长度的码字，从而使数据得到压缩。按照不同的分解表示和统计特性，拟定有不同的编码方法。通常的方法有：Huffman、修改的 Huffman (MH)、READ、修改的 READ (MR)、MMR、模式识别编码、自适应方块码，以及二值图像的 JBIG 等。其压缩比通常在 1.5 到 4 之间。此外，还有预测变换加 Huffman 或算术编码实现图片无失真压缩编码，如 JPEG。通常 JPEG 和较早实现的 MH、MR 以及 MMR 方法适合于传真、军用地图、二值图像数据的压缩；而 JPEG 编码方法适用于战场侦察图片和有灰度等级的图像，但这种分类并非绝对，例如 JPEG 编码方法中也可以使用算术编码。

(撰写：智少游　审订：汪恩荣)

shujuyu ceshi

**数据域测试**　data domain test　对数字电路和数字系统逻辑特性的测试，也就是对数字系统“数据”信息的测试。常规的时域测试和频域测试是针对模拟电路和系统的传统测试方法，但对于复杂的数字电路和系统却未必能奏效，甚至完全无能为力。数据域测试技术就是研究数字系统(大规模集成电路)和计算机系统的测试及故障诊断(侦查和定位)的理论和方法。数据域测试的主要目的是寻求尽可能完备的、最短的测试集，以产生测试所需要的测试图形及测试响应，从而实现故障的侦察和定位。数据域测试按数字系统可分为组合逻辑电路的测试、时序逻辑电路的测试及微机系统的测试。数据域测试常用的测试仪器有数字信号发生器和逻辑分析仪等。

(撰写：陈光禹　审订：顾亚平)

shujuyuan jianbie

**数据源鉴别**　data origin authentication　确认所收到的数据确实来自确定的发方而不是第三者，从而防止受第三者的欺骗。这是数据通信过程中的一种身份鉴别技术。为了对数据源进行鉴别，通常要在数据头或尾部加上一个鉴别码 (AC)。此鉴别码必须满足下面条件：(1) 接收者必须能验明该鉴别码只能由预定的发方产生，这就要求发方必须保护好产生鉴别码的秘密数据；(2) 鉴别码必须与发送的数据密切相关，即不同的数据必定会产生不同的鉴别码，更严格地说，要找出另外一个能产生给定鉴别码的数据实际上是不可能的。产生鉴别码的算法称为鉴别算法。

(撰写：林望重　审订：穆良知)

shumo zhuanhuanqi dianlu

**数模转换器电路**　digital to analog converter circuit　将数字信号转换成相应的模拟信号的集成电路。数模转换简称 D/A

转换。典型的D/A转换器电路由基准电源、模拟开关、电阻网络和运算放大器等四部分组成。实现D/A转换的基本思想是以一个标准或参考信号与离散状态的输入信号比较，转换成相应的特性值或幅值输出。D/A转换器电路按开关类型可分为电流型和电压型；按网络阵列可分为权电阻型和T型电阻网络型；按连接方式可分为串联型、并联型等。D/A转换器电路是对数字信号进行模拟处理的重要接口电路。转换精度、线性度、转换速度等是衡量D/A转换器电路的主要技术指标。D/A和A/D转换器集成电路广泛用于雷达、声呐、图像显示、成像及控制器、执行器等各种领域，该技术正向高速、高精度、低功耗、低电压、单电源、单一MOS型工艺方向发展。 （撰写：莫火石　审订：林金庭）

shuzhi bijiaoqi

**数值比较器** magnitude comparator　又称数字比较器、量值比较器。它进行两个二进制数$A$和$B$（或BCD数）之间的比较运算，确定该两个数的量值是相等或是确定它们的大小，比较结果由$A=B$、$A>B$、$A<B$三个输出端输出。

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

shuzi boshu xingcheng jishu

**数字波束形成技术** digital beam forming (DBF) technology　又称计算波束形成或软件波束形成，是指利用数字技术的办法来实现波束形成的一种技术，分接收数字波束形成和发射数字波束形成两种。

接收模式数字波束形成系统主要由天线阵列单元、接收机组件、A/D变换器、数字波束形成器、控制器和校正单元等组成。其基本工作原理是：将各天线阵列单元接收到的信号分别进行不失真的放大、下变频及检波等处理变为视频(零中频)信号，再经A/D变换器转变为数字信号。然后将数字化信号送到数字处理器进行处理，从而形成多个灵活的波束。数字处理分为两部分：波束形成器和波束控制器。波束形成器接收数字化单元的信号及加权值，从而产生波束。波束控制器则用于产生适当的加权值。接收数字波束形成保留了天线孔径的全部有效接收信息，再结合数字处理灵活性，具有如下优点：(1)在不损失信噪比的情况下，能产生多个独立的可控波束；(2)便于阵列单元方向图校准；(3)易于实现自校准和超低副瓣；(4)自适应地形成方向图零位；(5)可获得超分辨率；(6)灵活的雷达功率和时间管理等。

发射数字波束形成是将传统的相控阵发射波束形成所需的射频幅度加权和移相，用数字部件来实现，从而形成发射波束的技术。发射数字波束形成系统的核心技术是一全数字T/R组件，它利用DDS技术完成发射波束所需的幅度和相位加权及波形产生和上变频所必需的本振信号。其工作原理是：系统根据发射信号要求，确定基本频率和幅/相控制字、并考虑到低副瓣的幅度加权、波束扫描的相位加权以及幅/相误差校正所需幅相加权因子，形成统一的频率、幅/相控制字来控制DDS工作，其输出经过上变频模式形成所需工作频率。其优点是：(1)发射波束扫描速度快，控制灵活；(2)幅度和相位连续精确可调，易于实现低副瓣发射波束和发射波束零点形成；(3)发射多波束独立可控；(4)只需改变有关模块中DDS的相位及幅度控制因子就可实现模块之间的幅/相校正，不需专门的校正元器件；(5)DDS既能实现移相和幅度加权，又能实现频率(本振信号)的产生；(6)对于大阵列、长脉冲信号可实现真正的延时。

接收数字波束形成与发射数字波束形成可以结合成收发全数字式波束形成系统，可用于全数字雷达、智能天线等。

（撰写：朱庆明　审订：吴曼青）

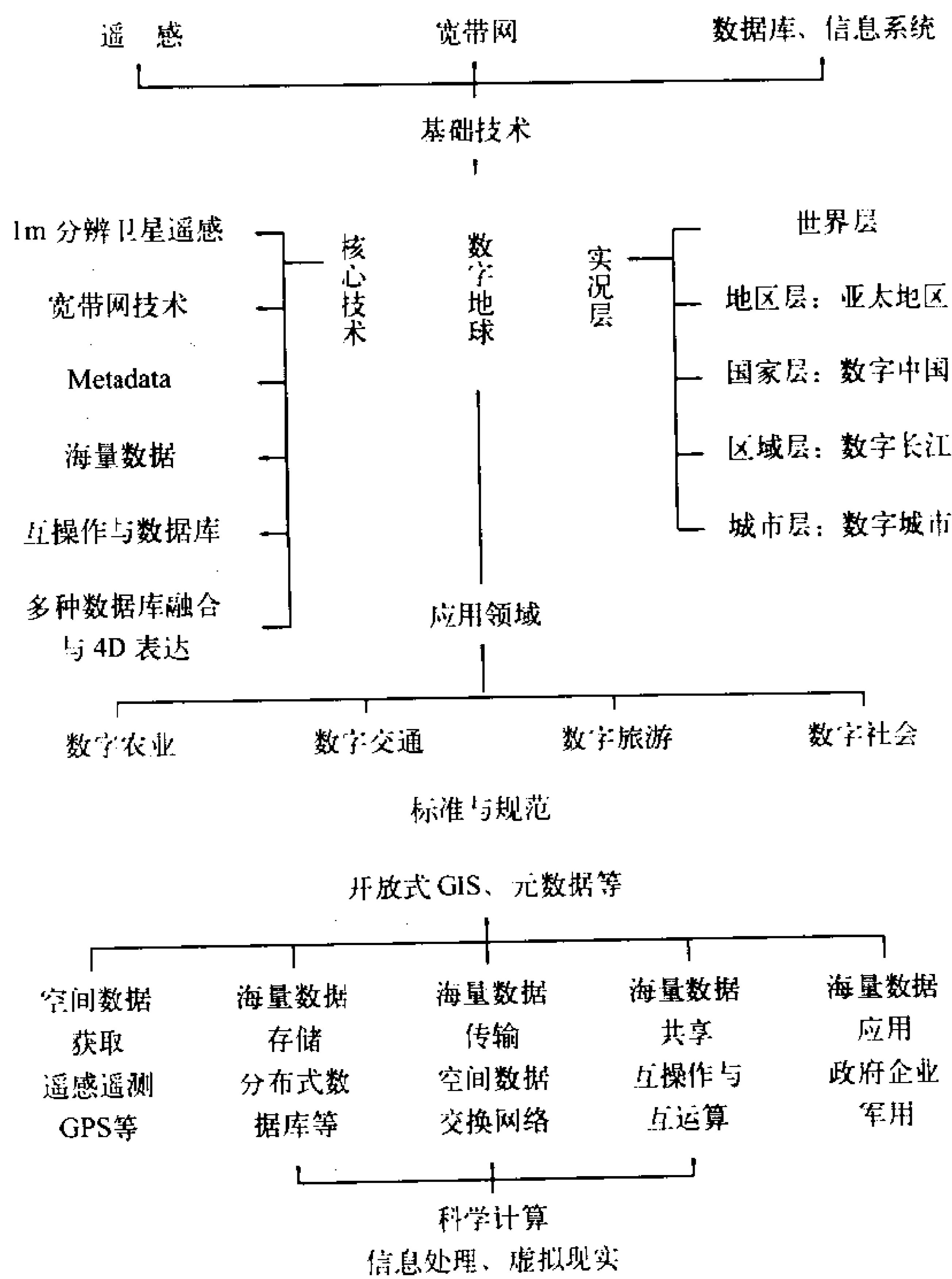
shuzi chuanshu ceshi

**数字传输测试** digital transmission test　用于检验数字通信系统传输特性的测试。测试内容包括误码、抖动、漂移以及各种附加参数。误码是由于传输系统的噪声和脉冲抖动而引起的数字代码的误判，即发端和收端的数码不一致。误码测试方法有中断业务测试和不中断业务测试。抖动是数字信号单元脉冲在传输过程中的一种瞬时不稳定现象，漂移是数字信号相对于其理想位置的长时间偏离，二者的区别在于偏移的快慢，低于10Hz的偏移一般叫漂移。抖动和漂移测试内容包括设备接口的最大允许扰动、设备入口的抖动和漂移容限、抖动转移特性等。数字传输测试的速率范围很宽，目前在50 b/s ~ 2.488 Gb/s之间，按照速率段的不同，可分为电信/数据通信传输测试、PDH传输测试、SDH传输测试。

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）

shuzi diqiu

**数字地球** digital earth　一个以地理坐标为依据的、具有高分辨率的、由海量数据组成的、能立体显示的虚拟地球。数字地球以地球为对象，运用航天、航空、低空、地面、地球物理和地球化学等多种观测手段，按地理空间位置对大地进行高分辨率的选点抽样，并综合与抽样点有关的自然资源信息和社会资源信息，经数字化加工后依一定模型在计算机中形成集成的结构化的信息组织，使全球用户能不受时空地域限制按地理坐标便捷地检索和多维展示资源环境信息与社会经济信息。因此，数字地球是对真实地球及其相关现象的统一和规范的数字化重现与认识。数字地球是继信息高速公路之后的又一全球性科技发展的战略规划。它依托信息高速




数字地球技术体系图

公路和国家空间数据基础设施，体现了全球空间信息技术、计算机技术、网络通信技术和地球科学技术等现代先进技术在高层次上的融合。数字地球的技术体系如图所示。数字地球为开展对地球系统的研究创立了科学实验条件，它不仅可用来对未来事件和过程进行实验预测，而且还能用来对已经发生的系统过程进行反演实验，从而为国家、地区、城市的可持续发展和减灾管理提供全面的服务。数字地球概念和方法在社会各个领域的应用与拓展将深刻改变人类原有的思维模式和操作方式，更对全球的经济、政治、军事和社会生活等方面产生划时代的影响。

（撰写：余性厚　崔红军　审订：瞿兆荣）

shuzi dianhua

**数字电话** digital telephone　全部以数字形式运作的电话系统。它包括话音编/解码、数字传输、数字交换、数字式（安全）保密以及数字式管理和综合业务服务。其主要优点是：话音码可汇入其他类型的信息流，便于综合处理和利用；通话的音质稳定，基本不受通话距离的影响；易于接入个人电脑，实现多媒体、信息处理等功能；硬件可模块化，降低了生产和运行成本；数码加密有更好的信息安全性。其主要缺点是需要较宽的信道传输频带，当用于窄信道（如短波）、昂贵信道（如卫星）和话音码存储时，将受到限制或不够经济。上述缺点可用特殊的编码方法（压缩码率）加以克服。数字电话是21世纪电话的发展方向，发达国家正努力向全数字式电话过渡。我国于90年代末启用了全国范围小容量的、以光缆为主的、具有完整功能的专用数字电话系统。

（撰写：刘村友　审订：李振邦）

shuzi dianlu

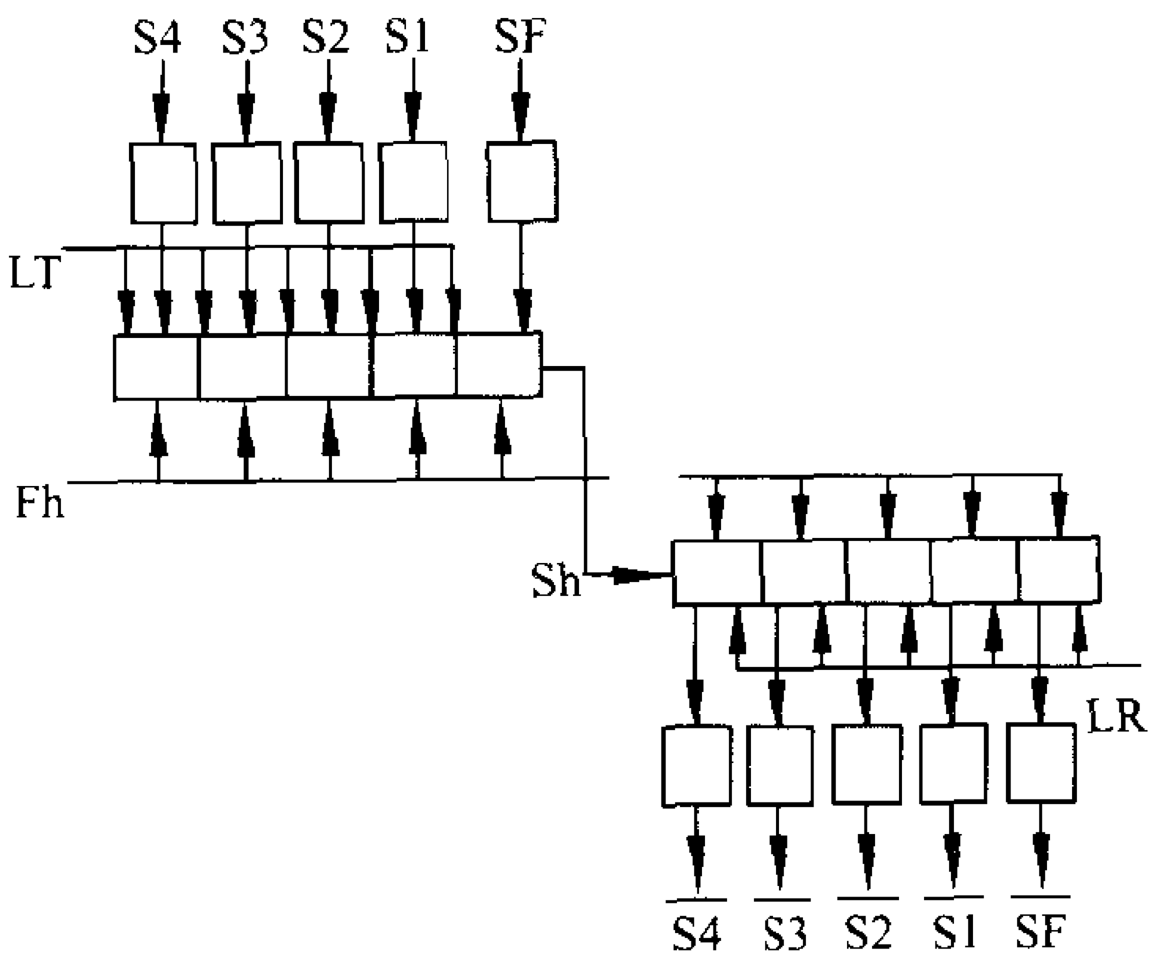
**数字电路** digital circuit　传输数字信号，或对数字信号进行变换、放大和测量等处理的电子电路。现代电子技术通常需要对大量数据进行处理。数据有数字数据和模拟数据两种。数字数据是一些不连续的量，通常用二进制数“0”和“1”组合的代码序列表示。表现为电信号，即一连串的窄脉冲和电位变化的信号。模拟数据是连续的量，为了方便，往往先把它转换为不连续的数字数据（叫做“量化”或“离散化”）以后，再进行处理，包括对数字数据信号（数字信号）进行编码和解码（译码）；对数字信号序列进行计数；把它寄存（记忆）一段时间；产生一定周期的节拍脉冲；控制数字信号从一个部件流通到另一个部件；将一种数制（如二进制数）译成为另一种数制（如十进制数），以及对数字信号进行必要的整形、放大和显示等处理。数字电路广泛应用于数字通信、数字电子计算机、雷达数据的处理、测量、显示，以及各种工业程序控制设备等。

（撰写：王　雁　审订：蒋　怡）

shuzi fujie

**数字复接** digital multiplex　把若干个低速数字信号用时分交叉方法合并成为一个高速数字信号，经过数字传输到达目的地之后，再把这个数字传输信号还原成为相应的低速数字信号的过程。这样，一条高速数字通道就等效地起到了多条低速数字通道的作用，从而提高了传输系统的传输效率，因而降低了低速数字传输的成本。

在发送端把多个低速数字信号合并成为一个高速数字信号的设备称为数字复接器（digital multiplexer）；在接收端把这个高速数字信号分解还原成为相应低速数字信号的设备称为数字分接器（digital demultiplexer）。通常，数字复接器和数字分接器是成对使用的，而且把这两个分机装在同一机架之内，并简称数字复接器。如图所示为数字复接器构成的简图。数字复接器是由定时单元、调整单元和同步复接单元组成的；数字分接器是由帧同步单元、定时单元、同步分接单元和恢复单元组成的。复接器的定时单元受内部时钟或外部时钟控制，对各个输入支路信号进行频率和相位调整，使之适合参与同步复接；同步复接单元也受定时单元控制，对各个已经调整好的支路信号实施同步复接，形成一个高速合路数字信号。合路数字信号和相应的时钟同时送给分接器。合路数字信号中包含帧同步信号、各支路信号以及其他勤务和控制信号。分接器的定时单元受合路时钟控制，因此它的工作节拍是与复接器定时单元同步的。分接器定时单元产生的各种控制信号与复接器定时单元产生的各种控制信号是类似的；同步单元从合路数字信号中提出帧定位信号，用它再去控制分接器定时单元。这样，分接器定时单元产生的各种控制信号就与帧定位信号保持确定的相位（或时间）关系；分接单元受分接定时单元控制，把合路信号分解为支路信号；恢复单元也受分接器定时单元控制，把各个分解出来的支路信息信号恢复成为各个支路信号。这样就完成了一个复接与分接过程。



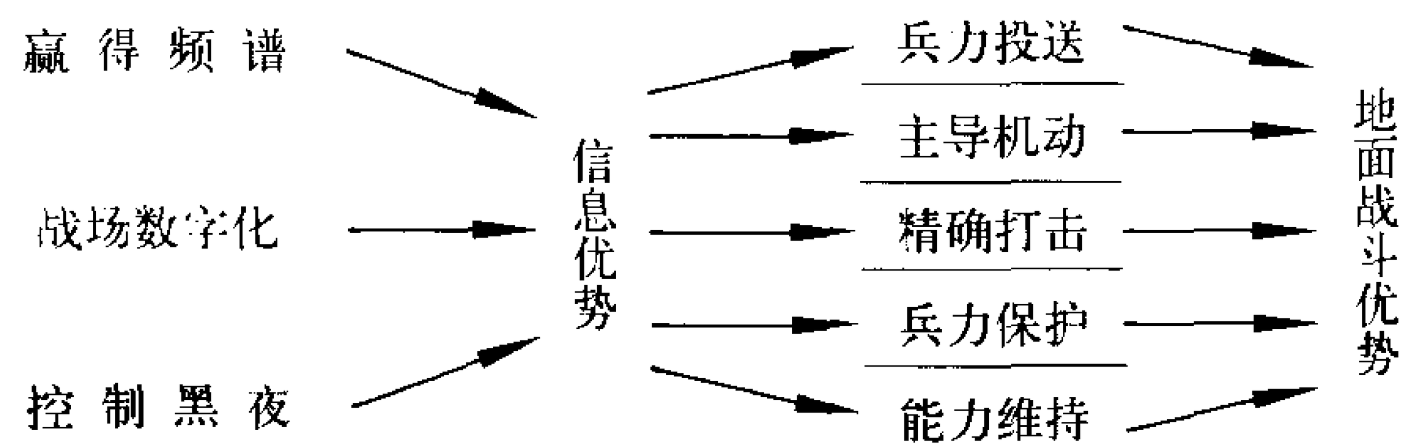

数字复接原理

（撰写：孙　玉　审订：李振邦）

shuzihua budui xitong

**数字化部队系统** digitized forces system　陆军数字化部队为适应信息化战争需要而研制、装备与建设的数字化和自动化信息系统。陆军数字化部队，与当前部队相比，数字化部队的信息控制与使用能力有质的飞跃，表现在有更快的反应速度、更高的打击精度、更强的机动能力、更精干的编制（见图）。数字化部队建设包含战场数字化及相应的编制装备和作战条例，以及实验、训练和资金投入等联合风险。美国《陆军2010设想》（Army Vision 2010）指出了战场数字化对陆军在联合作战中6种作战能力的支持关系：数字化是信息化过程中的一个进程，战场数字化是信息化战争的物质与技术基础。美国陆军战场数字化的目标是打赢21世纪信息战，对象是C[4]ISR系统，重点是旅和旅以下指控系统，切入点是提高战术部队的战场空间感知、指挥控制、联合/协同作战、实时保障等能力。美陆军正在滚动实施的陆军数字化主计划（ADMP）的核心包括下述内容：⑴ ADMP构想源于美陆军21世纪要对付多种威胁，信息技术使战术发生变化，并且使火力、作战节奏和生存能力明显提高，全球战略使兵力投

送成为主要特征，并且要满足联合/混合力量及军种间互操作性要求；(2) 数字化战役计划任务是采办数字化系统，研制装备战术互联网 (TI)，实现武器系统、飞行器、情报与指控系统的横向综合，特别是较低层次的交联，以及将商用技术如卫星直播等纳入军事应用，建立战场信息传输系统；(3) 评估计划的五类实验是综合实验、战斗实验、先期作战实验




战场数字化在联合作战中的作用图

(AWE)、作战实验和技术实验，要列出指标，采用开数字化窗口方式进行；(4) 进行网络评估与仿真、分布式交互仿真 (DIS)、结构化兵力对抗建模与仿真等实验；(5) 以"武士 $C^4I$ 计划"为联合互操作 (JIO) 目标，制定 JIO 的"企业战略"，实现陆军 JIO 目标，包括开发技术结构、研制军种间兼容硬/软件、建立联合军种通用信息传输格式与标准等。自海湾战争以来，美陆军进行了多次先期作战试验并研制出大量嵌入式数字化系统，包括车载和单兵信息系统以及附加式数字化装备。如 1994 年 4 月"沙漠铁锤 VI"陆军数字化试验部队首次登台，坚定了陆军数字化方向；1997 年数字化旅 AWE 共实验 72 个数字化项目，包括 FBCB² (附加式) 21 世纪旅和旅以下作战指挥系统、TI、ATCCS 的 5 个分系统、GBS-BADD 全球广播业务与战场感知及数据分发系统、"陆地勇士"士兵系统等；该 AWE 为数字化装备奠定了基础。 （撰写：赵宗贵　审订：施振明）

shuzihua jieshouji

**数字化接收机** digital receiver　在射频（或中频）上对信号进行数字采集、处理的侦察接收设备。基本的数字化接收机框图如图所示，输入信号直接进行 A/D 转换变为数字量，再




基本的数字化接收机框图

通过信号处理技术向后续处理设备提供信号的数字描述字。数字化接收机比常规的接收机具有很大的优势：它在射（中）频上直接采样而无需再通过检波器检波，保留了更多的信息；数字化信息能长期存储；可用更灵活的信号处理方法从数字信号中提取所希望的信息；具有极高的灵敏度和参数测量精度。A/D 转换器的速度决定了数字化接收机的带宽，而 A/D 转换器的有效位数决定了数字化接收机的动态范围。对于数字化接收机的高速数据输出，一般采用分路并行处理的方法进行处理。微电子技术和数字技术的进展，推动了数字化接收机的发展。目前，数字化接收机已从实验研究进入工程实用阶段。 （撰写：龚 渝　审订：顾耀平）

shuzihuayi

**数字化仪** digitizer　用点坐标输入法将纸介质上的图形逐点输入计算机的一种图形输入设备。数字化仪由绘图板、游标器和指示笔组成。绘图板是个标有一系列图标和命令标志的平面，板上有检测 X、Y 坐标的垂直网络传感器，以确定平面上每点的坐标。常用的是电磁感应式传感器，也有用光电式、电容式、电阻式和磁致伸缩式传感器的。游标器相对于图板的作用如同鼠标器对屏幕。输入时将游标器上的十字标尺中心对准图形逐点输入，配以绘图板上一系列的命令及图形标志完成复杂图形的输入。商品数字化仪的输入精度达 40 线每毫米、最大幅面为 1118 mm × 1524 mm。由于人工输入速度太慢和扫描仪输入技术的发展，数字化仪的使用越来越少。但其输入原理仍为便携机及掌上机作为笔输入所采用，非常方便。 （撰写：林宝光　审订：张学孝　张全荣）

shuzi huoqu

**数字获取** digital acquisition　数字示波器获取被测信号的过程。它是通过 A/D 转换器将输入端的采样信号转换成相应的数值量，并存入存储器中，该过程在采样时钟的控制下不断地循环进行，通过对存储器内采样数据的处理和显示，即可在屏幕上重现信号与时间的关系，也就是信号波形。整个过程通常是在微处理器控制下完成的。数字获取的分辨率取决于 A/D 转换器的转换位数，高的转换位数可获得高的波形采样精确性。$n$ 位 A/D 转换器具有 $1/2^n$ 的垂直分辨率，数字示波器一般采用 8 ~ 12 位的 A/D 转换器。所获取的数据立即同步存入高速采样存储器中，高速存储器价格昂贵，为了降低对存储器的速度要求，常采用多个低速存储器分时轮流写入的办法，但这对示波器的精确定时系统提出了很高的要求。数字示波器的存储器采用顺序存放的环形结构，即每一次采样数据的存储都按顺序依次进行，当所有单元都已存满后，下一轮新的采样数据将覆盖旧的数据，即总是存放最新的采样数据。 （撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

shuzi jicheng dianlu

**数字集成电路** digital integrated circuit　在输入端和输出端上用数字信号工作的集成电路。通常指基于布尔代数（也叫开关代数或逻辑代数）的理论基础，以"开"和"关"两种状态或者以高、低电平来对应"1"和"0"二进制数字信号进行数字运算。采用二进制计数进行数字运算、逻辑函数运算、存储、传输及转换的一类集成电路，均属数字集成电路。由于数字集成电路的输入和输出满足一定的逻辑关系，所以又称为逻辑电路。基本的逻辑关系为"与"、"或"、"非"。数字集成电路分为时序逻辑电路和组合逻辑电路两大分支。通常数字集成电路由各种门电路、记忆元件、触发器电路组成，将它们进行组合后，原则上可以构成各种类型的数字集成电路，如计数器、移位寄存器、存储器等。 （撰写：景佩苏　审订：金毓铨）

shuzi lüboqi

**数字滤波器** digital filter　将一组输入的数字序列 $x(n)$ 通过一定的运算后转变为另一组输出的数字序列 $y(n)$ 的滤波器。一般可以用两种方法实现：一是用数字电路硬件装配成专门的设备，即数字信号处理机；另一种是直接用通用计算机将所需要的运算编程来执行，也即利用计算机的软件来实现。数字滤波器的系统函数通常用其传递函数来表示

$$H(z)=\frac{\sum_{i=0}^{N}a_i z^{-i}}{1-\sum_{j=1}^{M}b_j z^{-j}}$$

它所表达的运算可以用差分方程来表示

$$y(n)=\sum_{i=0}^{N}a_i x(n-i)+\sum_{j=1}^{M}b_i y(n-j)$$

当 $b_j$ 中至少有一项不等于零时，上述数字滤波器称为无限冲击响应 (IIR) 滤波器，当所有 $b_j=0$ 时，称为有限冲击响应 (FIR) 滤波器。（撰写：于文震　审订：张　良）

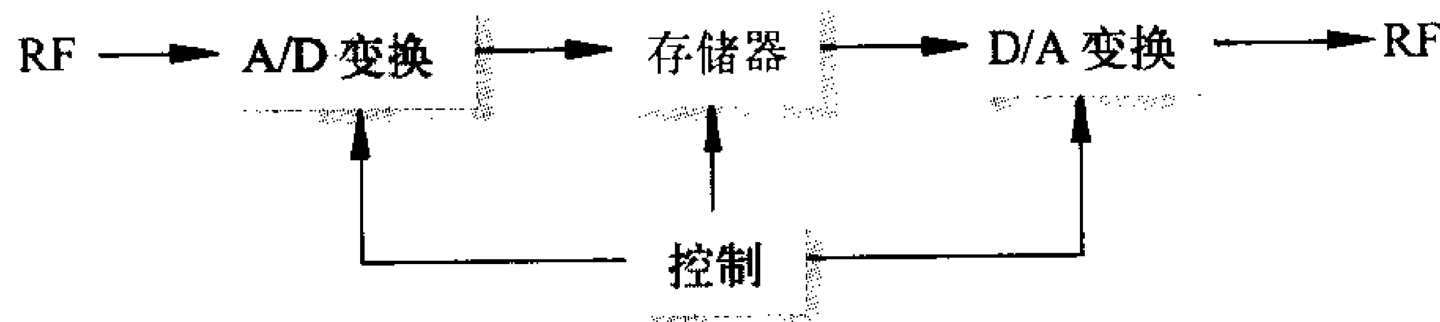
shuzi qianming

**数字签名** digital signature　用电子的、密码的方法对文件署名。数字签名提供了原作者的证明，其基本目的和手写签名一样，都是为了防止别人假冒原作者或原作者抵赖。在当今信息时代，远程电子交易业务难以用手写签名，只能用电子数字签名来实现，数字签名的基础是每个人对不同数据的签名都是不同的，而且任何人只能验证而无法产生相同的签名。数字签名应满足如下要求：(1) 收方能够确认发方的签字，但不能伪造；(2) 发方向收方发出签字的消息后，不能再否认他所签发的消息；(3) 收方对已收到的签字消息不能否认，即有收报认证；(4) 第三者可以确认收发双方之间的消息传送，但不能伪造这一过程。目前，几乎所有的数字签名方案都采用公开密钥密码体制实现。数字签名作为一种重要的鉴别技术，在军事、金融和安全领域得到广泛地应用。

（撰写：林望重　审订：穆良知）

shuzi shepin cunchuqi

**数字射频存储器** digital RF memory (DRFM)　将射频模拟信号进行数字采集、量化、存储和复制的装置。如图所示，数字射频存储器将输入的模拟信号转换成顺序的数字量，保存在数字存储器中。需要时，再从存储器中读出，转换成模拟信号输出。对输入模拟信号量化的方法主要有幅度取样法和相位取样法，分别称为幅度取样 DRFM 和相位取样 DRFM。幅度取样 DRFM 采用常规的幅度 A/D 转换和存储方式，其优点是结构简单，缺点是需要采样频率高，不易实现宽频带。相位取样 DRFM 以极性量化器代替了幅度 A/D 转换器，可以获得较高的取样率，因此具有较大的瞬时带宽，技术实现较简单，但输出信噪比较低。数字射频存储器广泛应用于电子战侦察和干扰设备。在侦察设备中能用于对辐射源的指纹特性进行分析、处理。在干扰设备中可用于任意长时间地相干存储和复制截获的信号，实现噪声调制和拖距等各种干扰样式，产生各种相干干扰波形。数字射频存储器在电子战中具有十分重要的作用。

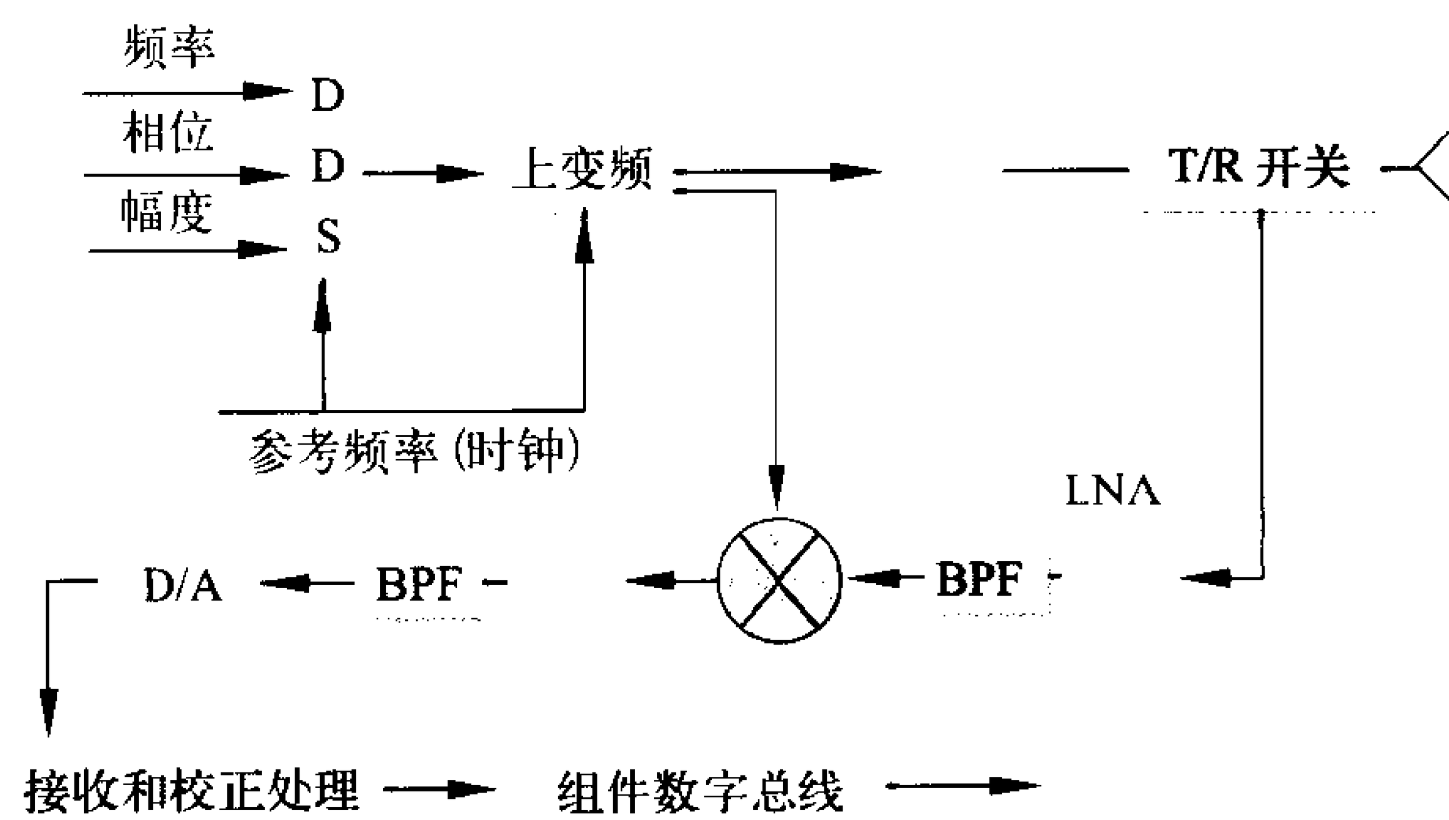



DRFM的基本构成框图

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shuzi shoufa zujian

**数字收/发组件** digital T/R module　在有源相控阵雷达的收/发组件 (T/R组件) 中，如采用直接数字频率综合器 (DDS) 产生发射激励信号和接收本振信号，信号的频率、相位和幅度均受数字控制信号的控制，则这种 T/R 组件称为数字 T/R 组件。数字 T/R 组件又可称为基于 DDS 的 T/R 组件。采用 DDS 的数字 T/R 组件的组成如图所示。数字式 T/R 组件的核心是 DDS。由于 DDS 产生的信号相位和幅度可用数字方法控制，因此数字式 T/R 组件不再需要移相器和衰减器、以及它们的控制逻辑电路和驱动电路；由于各 DDS 使用统一的时钟频率，各个 DDS 在各 T/R 组件中产生的信号相关性得以保证，因而，由众多数字式 T/R 组件构成的有源相控阵天线中也不需要复杂的功率分配/相加网络。采用 DDS 的 T/R 组件易于产生宽带复杂波形雷达信号和相应的接收本振信号，也较易实现时间延迟单元 (TDU)，因而为实现宽带相控阵雷达提供了条件。




采用 DDS 的数字 T/R 组件

（撰写：张光义　审订：王德纯）

shuzi shujuwang

**数字数据网** digital data network (DDN)　利用数字信道来传输数据的网络。数字信道包括网络节点之间以及用户至网络之间连接的线路，因此，数字数据网除了为公用数据交换网提供交换节点间的数据传输信道外，还用于提供将用户接入公用数据交换网用的接入信道，或者向用户提供专用的数字数据传输信道。数字数据网一般不包括交换功能，只采用简单的交叉连接与复用装置，如果引入交换功能，就构成数字数据交换网。采用数字信道传输数据信号与采用模拟信号传输相比，具有传输质量良好、信道利用率高、不需要调制解调器等优点，但是在组建数字数据网时，初始投资较高，同时，在 DDN 内部要求全网的时钟系统保持严格的同步，否则在实现电路的转接和分支时就会有一定困难。对用户而言，与数据终端设备 (DTE) 相连的数据电路终接设备 (DCE) 一般只是一种功能较简单的基带传输专用装置，称之为数据服务单元 (DSU)，或者直接就是一个数据复用器及相应的接口单元。一个数字数据网主要由四个部分组成：(1) 本地传输系统，即通常所称的用户线传输系统 (用户环路)；(2) 复用及交叉连接系统；(3) 局间传输及同步时钟供给系统；(4) 网络管理系统。

（撰写：汪润生　修订：汪恩荣　审订：智少游）

shuzi tushuguan

**数字图书馆** digital library　一种数字化信息资源的综合管理和服务环境。数字图书馆广泛收集文本、数据、音频、视频、图像、动画等多媒体信息，运用先进的微电子技术和计算机技术进行规范的数字化处理，建立结构化的信息组织、在因特网环境中为用户提供不受时间、空间和地域限制的信息检索、浏览和下载等服务，实现信息资源在全球范围内的广泛传播和高度共享。在概念上，数字图书馆可视为一个地域或一个国家的众多图书馆或信息资源单位组成的逻辑联合

体。它的结构主要包括信息库管理服务系统、图书馆网络通信系统和数字化的信息资源三部分。数字图书馆以数字化的多媒体信息作为收集和处理对象，以用户作为服务中心，支持数字化数据、信息和知识在网络环境和整个生命周期内的生成、发布、传播、利用和保存等活动，对传统图书馆的功能、结构模式和服务手段等引发了多方面的深刻变革。数字图书馆是当前信息技术研究和应用的一个热点领域。采用合理的信息管理体系结构，开发支持分布式存储信息的知识化组织、智能化访问和网络化服务的工具，制定馆际数字化信息流通的规范和接口标准，确立安全可靠的信息传播机制，对建设数字图书馆和提高其信息服务能力具有重要作用。

（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

shuzi tuxiang chuli

**数字图像处理**　digital image processing　通过计算机对图像进行去除噪声、增强、复原、分割、提取特征等处理的理论、方法和技术。数字图像处理系统由计算机和图像专用设备组成，它具有对图像数据进行输入、处理（加工、分析）和输出的功能。

一般地讲，对图像进行处理有三方面任务：⑴ 提高图像的视感质量，如进行图像的亮度、彩色变换、增强或抑制某些成分、对图像进行几何变换等，以改善图像的质量；⑵ 提取图像中所包括的某些特征或特殊信息，为计算机分析图像提供便利，提取的特征可以包括很多，如频域、灰度或颜色、边界、区域、纹理、形状、拓扑等特征以及关系结构；⑶ 图像数据的变换、编码和压缩以便于图像的存储和传输。数字图像处理主要研究的技术有：⑴ 图像获取和图像表示，主要是把模拟图像信号转化为计算机所能接受的数字形式，并显示出来；⑵ 图像复原，复原技术可用来进行图像的校正，逼近无退化的真实图像；⑶ 图像增强，用增强技术较为主观地改变图像的质量；⑷ 图像分析，对图像中的不同对象进行分割、特征提取和表示，从而有利于计算机对图像进行分类、识别、理解或解释；⑸ 图像重建，根据被测对象的多个一维投影数据重建图像；⑹ 图像编码和压缩，对图像进行编码的主要目的是为了压缩数据，便于存储和传输。数字图像处理已广泛应用在宇宙探测、遥感、生物医学、工业生产、军事、公安等领域。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

shuziwang

**数字网**　digital network　以数字信号方式进行传输和交换的网络。它主要分为数字电话网和数据网两大类。数字网与模拟网的区别在于数字网采用数字信号传递信息，模拟网采用模拟信号传递信息。数字网是建立综合业务数字网 ISDN (integrated service digital network) 的基础。为实现综合业务数字网首先要实现传输和交换数字化，将各种消息（电报、电话、图像和数据等）变换为统一的数字信号进行传输。数字网具有抗干扰能力强，可采用再生中继实现高质量的远距离通信等优点。　（撰写：虞红芳　审订：李振邦）

shuzi xinhao chuli

**数字信号处理**　digital signal processing　用数字方法对信号进行分析、变换、滤波、检测、识别及其算法的一门科学技术。快速算法包括傅里叶快速变换 (FFT)、离散傅里叶变换 (DFT)、子波变换 (WAVELET)、神经网络 (NT) 等。实现方法包括实时处理和非实时处理，实时处理多用快速算法、由专用集成电路构成的模块实现，并作为一个部件集成在系统中；非实时处理由计算机解算实现。在应用方面，涉及许多领域，例如：⑴ 雷达领域，脉冲压缩使用广泛，发射端视频信号常采用宽脉冲内线性调频或子脉冲编码形式，在接收端将视频信号压缩为窄脉冲，提高信噪比，实现高距离分辨率，这个过程又称匹配滤波；现代空载雷达多采用相控阵体制，目标回波淹没在强地物杂波干扰中，杂波抑制采用时空二维自适应处理；空载合成孔径雷达在飞行中可对照射地面区域成像，但成像图上常伴有斑点噪声和目标边缘模糊，采用多子波变换算法处理，可降低斑点噪声并使图像物体边缘清晰。⑵ 通信领域，传送语音、文字、图像信息常采用数字调制与编码序列，除了信息码外还有其他码元作为检错、纠错、安全、保密，确保通信可靠；对于移动通信，目前主要采用时分多址 (TDMA) 与码分多址 (CDMA) 体制。CDMA 采取直接序列扩频技术，众多用户在同一时间采用同一频率相互正交的编码序列使信道互相区分，使同样蜂窝区内用户数可以增加数倍，手机平均功率减小，减少对人体有害辐射。现在移动通信正在走向第三代，多媒体信息将在移动通信网上传送，更多的信号处理技术将被引入到系统中来。⑶ 电视/多媒体信号处理，国际标准化组织 (ISO) 下设的运动图像专家组 (MPEG) 先后制定了电视的视频与音频压缩与解压系统标准 MPEG－1 图像存储、重放标准，MPEG－2 数字电视标准，MPEG－4 数字电视和多媒体交互式低比特率应用标准，下一步将制定 MPEG－7，即关于多媒体信息的收集、过滤、管理和处理的标准。联合图片专家组发布静止图片编码标准 JPEG－2000，也可用于第三代移动通信。这些标准都采用了数字信号处理技术。⑷ 高保真音频系统，以低比特率表示音频输入信号，采用的信号处理方法是修正离散余弦函数变换 (MDCT)，可使时间、频率分段的 50% 重叠变换。⑸ 手写汉字识别，我国采用马尔可夫模型为基础，通过大量实验已获得比较高的识别率。在日本，用PAM 方法识别日文（含大量汉字）已成功应用。以上例子说明，数字信号处理在各信息领域都有十分广泛的应用。

（撰写：冯世章　审订：邱荣钦）

shuzi xinhao chuliqi

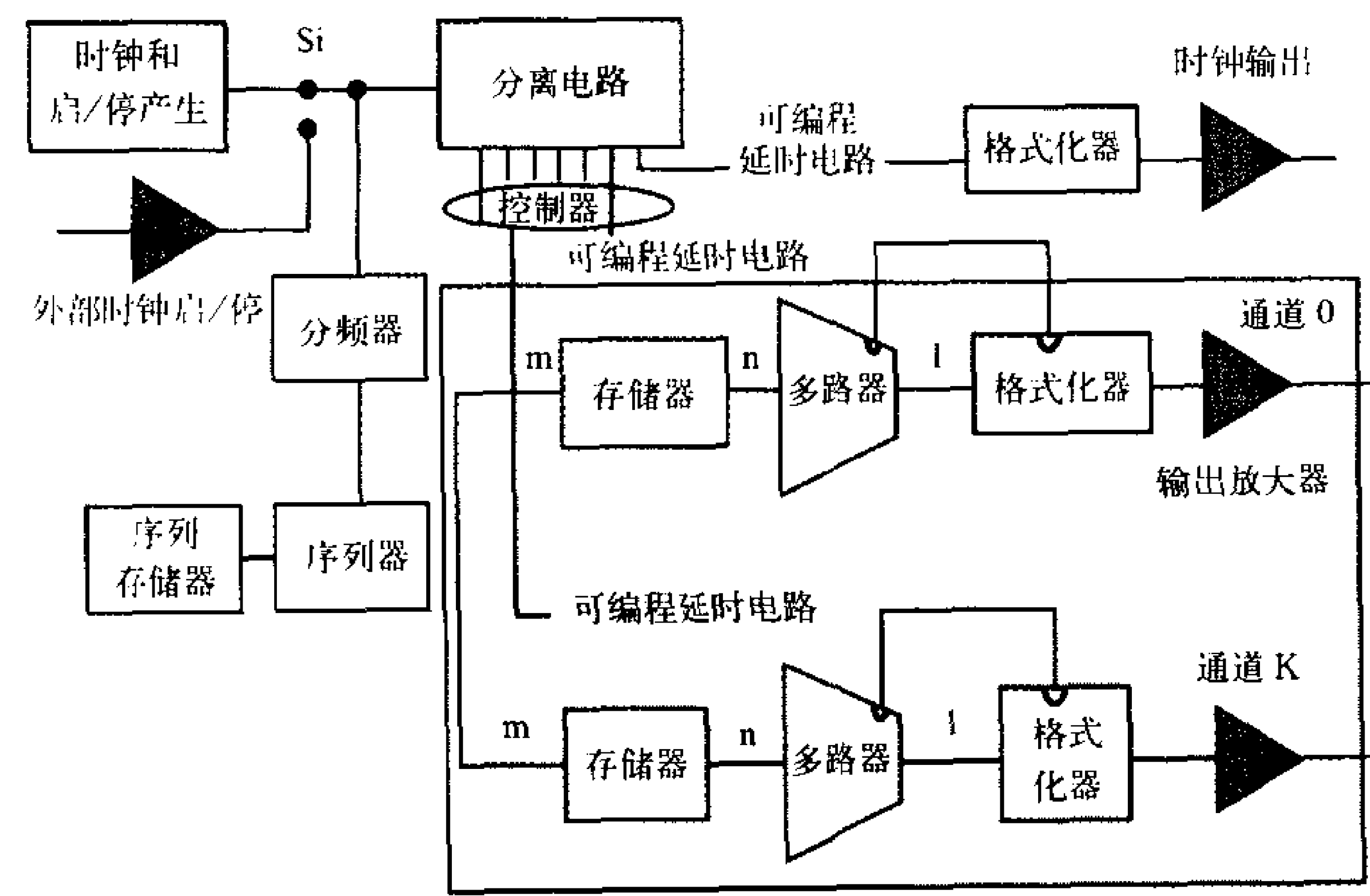
**数字信号处理器**　digital signal processor (DSP)　一种专用于处理数字信号的运算处理集成电路。按基本特性可分为静态 DSP 和一致性 DSP；按数据格式可分定点 DSP 和浮点 DSP；按用途可分为通用型和专用型。专用型 DSP 是为某种特殊应用而设计，它将相应的某种信号处理算法固化在芯片内部结构之中，信号处理速度高，应用时不需要编程，可与计算机及其他设备连接成一个系统。通用型 DSP 是在微处理器基础上发展起来的，具有程序与数据分开的哈佛结构、流水线操作功能、专用的硬件乘法器、适合各种数字信号处理的指令集等，从而可提供快速的指令周期。通用型 DSP 可软件编程，并行执行多种操作，高效实时地实现许多数字信号处理功能。选择应用 DSP 主要考虑运算速度、运算精度、片内硬件资源、功耗、价格等因素。DSP 广泛应用于雷达、通信、军事、航空航天、信息处理及自动控制等领域。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

shuzi xinhao fashengqi

**数字信号发生器**　data signal generator　又称数据发生

器。数据域测试中的一种重要测试仪器。它可产生数据图形和图形宽度均可编程的并行和串行数据，也可产生输出电平和数据速率可编程的任意波形以及一个预先规定的数据流。它为数字系统测试提供了功能强大、性能优异的数字信号源，缩短了数字产品的开发周期。多数的数字信号发生器常采用模块式仪器结构，由主机和多个模块组成。主机包括机箱、中央处理单元、电源、信号处理单元(时钟和启动/停止信号产生器)和人机接口；模块包含序列和数据产生部件，以及通道放大器等。数字信号发生器由压控振荡器（VCO）控制的中央时钟发生器来作为内部标准时钟源。为了产生低频数字信号，用可编程的二进制分频器对该时钟源进行分频。为了满足各种数字系统测试的需要，数字信号发生器可产生不同数据位格式的数字信号，有："不归零"( not return to zero, NRZ) 格式，"延迟不归零"(delayed NRZ) 格式，"归零"(return to zero, RZ) 格式，"归一"(return to one, R1) 格式，"归补码"(return to complement, RC) 格式。数字信号发生器可产生多种数据序列：循环序列、不同循环次数的多种循环序列，事件分支，伪随机二进制序列 (pseudo-random binary sequence, PRBS) 等。数字信号发生器原理图如图所示。




数字信号发生器原理图

（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

shuzi yidong tongxin xitong

**数字移动通信系统**　digital mobile communication system　采用数字信号进行传输的移动通信系统。典型的数字移动通信系统有：全球移动通信系统 (GSM)、北美 CDMA 数字蜂窝移动通信系统 (IS−95)、北美 TDMA 数字蜂窝移动通信系统 (IS−54)、日本 PDC 数字蜂窝移动通信系统、欧洲数字无绳电话系统 (DECT)、日本个人便携电话系统 (PHS) 等。数字移动通信的主要优点有：频谱利用率高；除数字话音外，可提供数据、图像等多种业务服务；用户信息传输时的保密性好；数字无线传输能提供信号抗多径衰落的能力；能实现更有效、更灵活的网络管理与控制。

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

shuzi yingguang shiboqi

**数字荧光示波器**　digital phosphor oscilloscope (DPO)　1998 年推出的新一代数字示波器。它是能将电信号数字化，并且以三维数据 (信号的幅度、时间，以及幅度相对于时间的分布) 实时地存储、分析、显示波形的仪器。DPO 在结构上有很大变化，它将 DSO 中 CPU 的串行处理，变成并行处理，大大提高了波形的采样率，从而实现了波形的实时显示。此外，它将光栅化功能与深度三维数据库和快速波形捕获速率结合在一起，使 DPO 具有极高的显示密度。每秒可记录 200000 个波形(信号数据为一般 DSO 的 1000 倍)，有全 21 位的灰度信息，在不中断捕获过程的情况下，以每 (1/30) s 向显示器发送一个新的数字荧光快照。因此，数字荧光示波器特别适于观察概率小的异常事件。

（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

shuaijianshi ganrao

**衰减式干扰**　attenuation jamming　通过施放箔条、烟幕、水幕、气幕等形成信号传输屏障，或采取伪装、涂覆等方法，减少敌方探测系统对目标信息的截获或使其探测不到目标。衰减式干扰通常用来干扰雷达和光电探测设备。对雷达的衰减式干扰是在空中投放箔条，形成干扰屏障，如用于掩护飞机突防的空中干扰走廊，就是一种衰减式干扰。箔条干扰屏障对电磁波的衰减程度与箔条云厚度成指数关系，可显著缩短雷达的作用距离。在目标上涂覆雷达吸波材料、加装伪装网，降低目标的雷达散射特性，也是衰减式干扰。对光电探测设备的衰减式干扰则是施放烟幕、水幕、消光材料或在目标上涂覆吸波材料、加装伪装网等，阻断光电探测设备目标的探测和跟踪。

（撰写：闵　江　审订：徐国范）

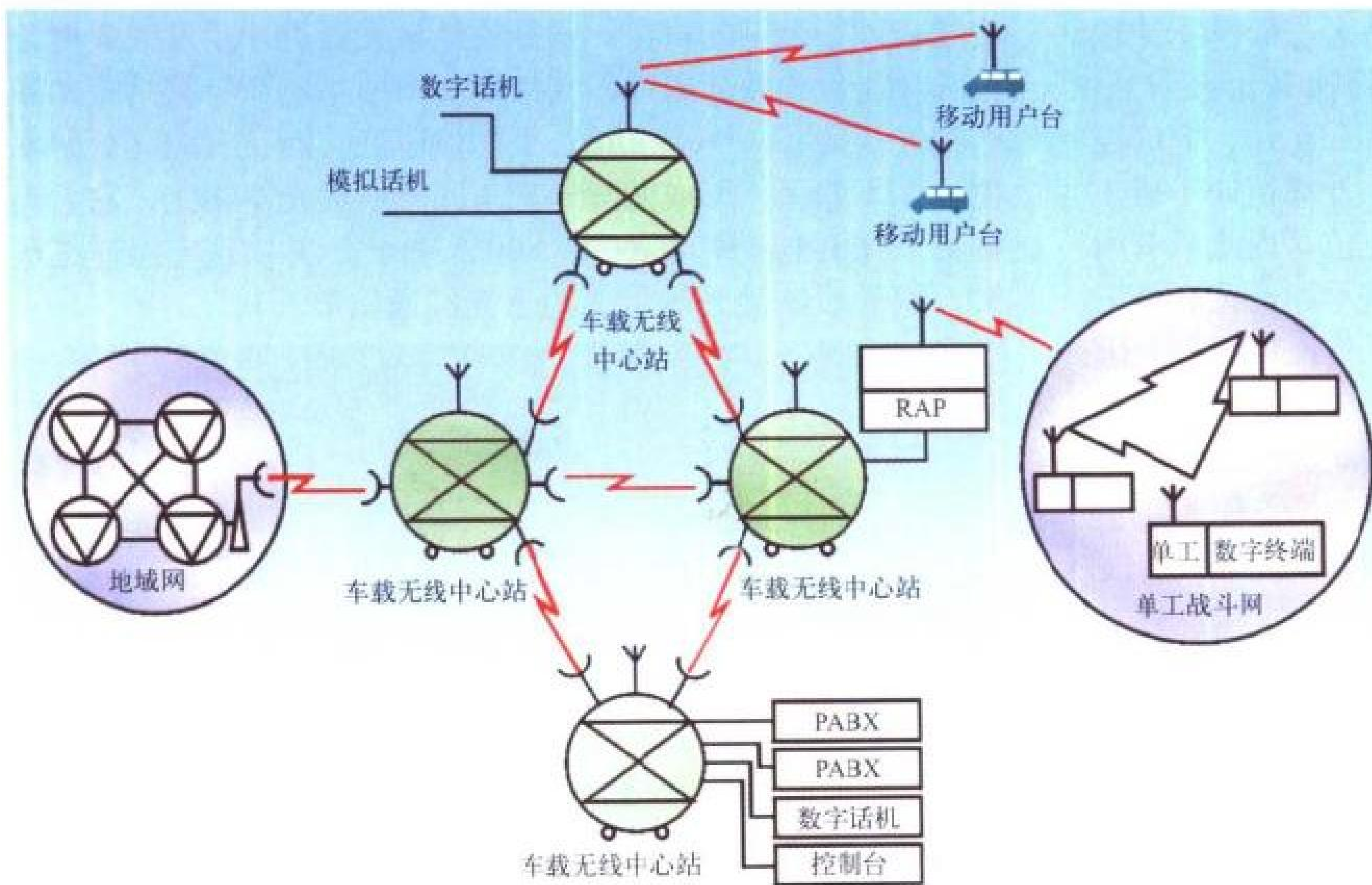
shuaijian taoci

**衰减陶瓷**　attenuating ceramics　在真空电子器件中、吸收器件内非设计的电磁波模式的一种功能陶瓷。能起到切断、去耦、抑制带边振荡和高次或寄生模式振荡的作用，亦可应用于消极电子对抗中。在微波测量系统中，作为衰减器和负载也在波导和同轴线中得到广泛的应用。对衰减陶瓷的基本要求是：(1) 具有足够大的比衰减量；(2) 有较高的热导率和稳定性，能承受器件在大功率下的良好运行；(3) 较好的机械强度，以保证器件的高可靠性。通常用于大功率器件的体衰减陶瓷有：渗碳多孔瓷、二氧化钛衰减瓷和碳化硅衰减瓷等。由于真空电子器件的发展方向之一是大功率、超高频和小型化，因而衰减瓷的散热也变得日益突出。目前，解决的途径是在陶瓷中引入氮化铝、BeO 等高热导率材料，同时尽可能采用封接的方法，以使热量能及时导出。

（撰写：高陇桥　审订：沈能珏）

shuanggong yidong tongxin xitong

**双工移动通信系统**　duplex mobile communication system　全数字、双向保密、有密钥自动分发和交换功能的野战移动通信系统。它是集团军区域机动通信网的重要组成部分，并通过系统的通信规约、无线信令接续过程将移动用户电台与车载中心台有机地结合在一起。其主要组成部分包括：无线数字交换机，实现接入、交换和组网；中继群，完成系统入网、联网和组网；模拟用户端口、有线用户接入；模拟中继端口，连接市话网、国防网；数字用户端口，连接数字话机或计算机用户；控制端口，连接控制台，对系统进行监控。系统提供与无线用户之间、无线与有线用户之间的数据、话音、传真及电传业务。双工移动通信系统既可接入野战地域网、又可由若干系统自身独立组织成双工移动通信网。无线双工移动通信系统如图所示，每个系统的车载无线中心可服务于 20 ～ 50 个移动用户电台。



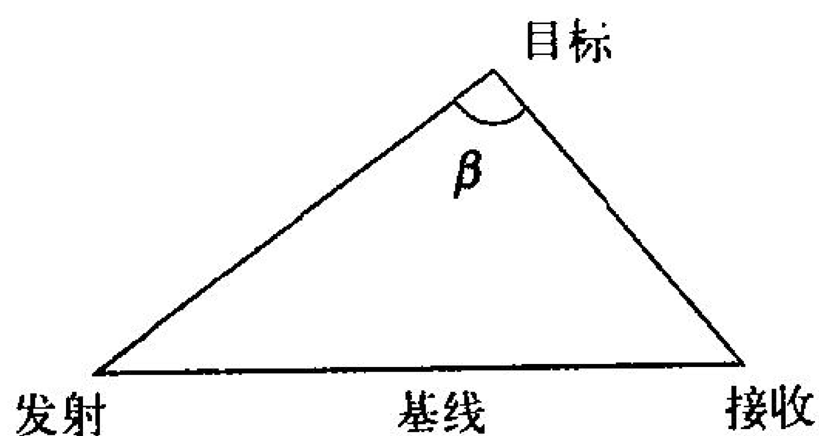

无线双工移动通信系统组网示例

注：RAP—无线接入点；PABX—用户自动电话交换机

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

shuangjidi leida

**双基地雷达**　bistatic radar　发射站与接收站分置并相隔相当距离的雷达系统。它的三个显著特征是收发分置、接收站无源被动接收、侧向散射能量的利用。它与目标所构成的双基地三角形如图所示，$\beta$称为双基地角，收发站连线称为基线。收发分置带给双基地雷达的优点是它具有良好的抗电子干扰、反隐身目标、抗低空突防和抗反辐射导弹能力。同时收发分置也引入了双基地雷达的时间、空间和相位三大同步难题，该难题增加了雷达系统实现的复杂性。双基地雷达的目标特性、定位精度、分辨率等与目标、收发站间的位置有关，不是恒定常数。　（撰写：王炎　审订：吴曼青）




双基地雷达示意图

shuangji jinshu yanghuawu bandaoti jicheng dianlu

**双极—金属氧化物半导体集成电路**　bipolar metal-oxide-semiconductor integrated circuit (BiMOS IC)　双极型集成电路在速度和驱动能力方面具有明显优势，但功耗较大，集成度较低。而MOS集成电路则具有低功耗、高抗干扰能力和高集成度的优点。综合两者的优点，把双极型工艺与MOS工艺结合进行设计，以达到特定功能要求的集成电路称作双极—金属氧化物半导体集成电路，简称BiMOS集成电路。BiMOS集成电路的结构一般分为三部分：输入级、主体电路和输出级。通常在制作中输入级和输出级采用一种工艺，而主体电路采用另一种工艺。当主体电路要求动作速度快时，应采用双极型工艺，而输入、输出级采用MOS工艺。而当主体电路要求高集成度，输入、输出级要求高速度或输出要求高驱动能力时，主体电路采用MOS工艺，而输入、输出级采用双极型工艺。若BiMOS集成电路中采用CMOS工艺，则称该集成电路为BiCMOS集成电路。

（撰写：朱贻玮　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

shuangjixing jicheng dianlu

**双极型集成电路**　bipolar integrated circuit　采用双极晶体管作为基本有源器件，再组合相关元件，设计制造的集成电路。它是半导体集成电路中最早出现的一种电路类型，在功能上，它可以设计为数字电路、模拟电路以及微波电路等。双极晶体管的得名是因为器件工作时存在两种极性的载流子，即电子和空穴。在双极型集成电路中使用的晶体管有NPN晶体管、PNP晶体管以及异质结晶体管(HBT)等。双极型集成电路的特点是速度快、工作频率高、阈值电压低、稳定性好、负载能力强，其主要缺点是功耗较大，集成度较低，输入阻抗低等。（撰写：景佩苏　审订：金毓铨）

shuanglie zhichashi fengzhuang

**双列直插式封装**　dual in-line package (DIP)　引脚由两侧引出的IC封装，是最常用的插装型封装。它由多引脚金属框架或多引脚金属陶瓷框架和封装外壳组成，外壳材料有塑料、金属和陶瓷等。双列直插式封装大量用于硅集成电路，如标准逻辑IC、存储器、各种LSI等，适用于引脚数较少的IC，一般为6～64脚。塑料封装使用注塑灌压工艺，IC芯片预先焊于框架上；金属和陶瓷外壳封接采用平行缝焊或低温焊料封焊。使用时，金属引脚与电路板上的插孔对准插入加上低温焊接。

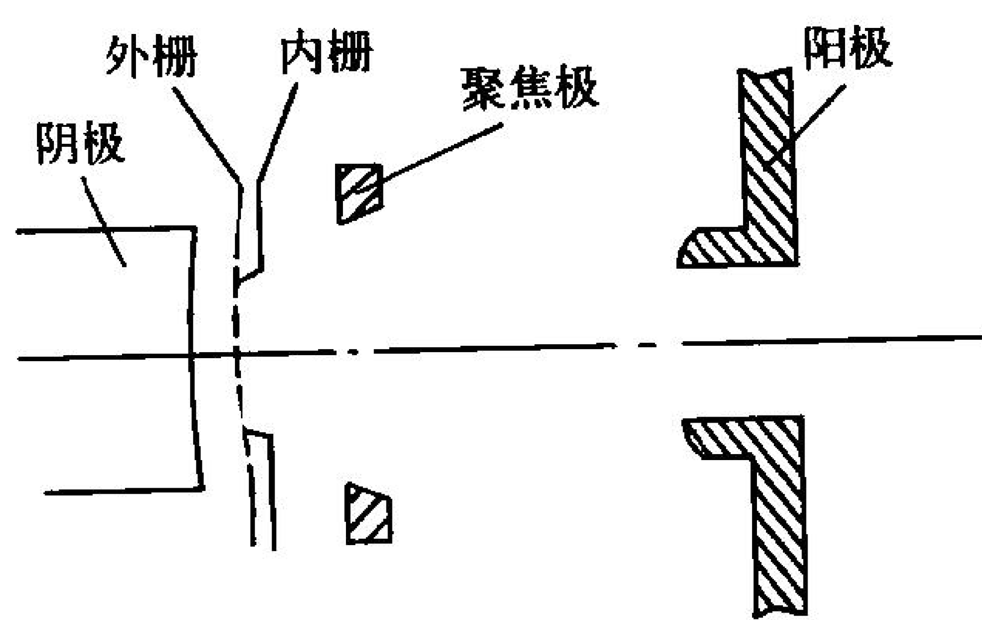
（撰写：丁一　审订：陈效建）

shuangmo ganrao

**双模干扰**　dual mode jamming　具有脉冲和连续噪声两种干扰模式，兼有压制和欺骗两种功能的干扰技术。双模干扰既能产生压制性的连续波噪声干扰，又能产生欺骗性的脉冲干扰，可根据被干扰电子设备的不同类型与威胁情况，施放有效的干扰模式。双模干扰的关键是能够形成脉冲和连续波两种干扰模式的源。可用两个源或一个独立的源实现双模干扰。目前多采用双模行波管，它既能完成连续波行波管的功能，又能完成脉冲行波管的功能。双模管的优点是不需要两只管子和两部电源，就能提供两种具有足够功率的干扰模式。（撰写：王燕　审订：索以宾）

shuangmo xingboguan

**双模行波管**　duomode travelling wave tube　一种具有两种工作模式的行波管。机载雷达在前视或上视时要求脉冲间隔足够长以观察远距离的目标，而下视时为了消除地物干扰需要高重复频率、但平均功率不变，因此要求行波管具有两种工作模式：一是高模即低脉冲重复频率，高脉冲输出功率、二是低模即高脉冲重复频率(甚至可能是




双模电子枪示意图

连续波）低脉冲输出功率；高模脉冲输出功率与低模脉冲输出功率之比称为脉升比。目前双模行波管脉升比在 7～10 dB。双模行波管的关键是双模电子枪（如图所示），它的控制栅分为内栅和外栅两部分。低模工作时，外栅恒处于截止电位，仅内栅在脉冲持续期间才处于工作电位。因此只有内栅所对应的的阴极发射电子，电子注电流较小。而在高模工作时，在脉冲持续期内，内外栅同时处于工作电压状态，因此电子注电流较大，且电子注较粗，这就造成高模增益高于低模增益，脉升比越大，其差别也越大。因此脉升比不能过大，否则两个模式中必有一个会出现不合理的增益而不能正常工作。由于双模只能在较窄的频带里实现，因此双模行波管多采用耦合腔作为慢波结构。

（撰写：邹显平　审订：廖复疆）

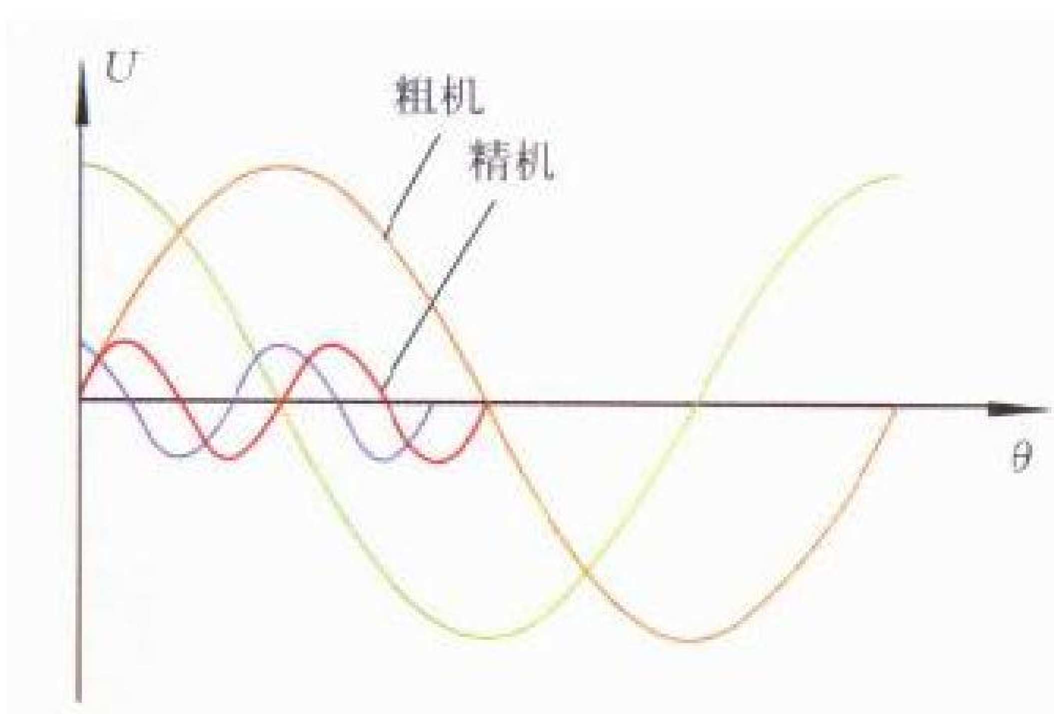
shuangse tanceqi

**双色探测器** two-color photodetector　具有两个波段光谱响应的器件。它可以由异质双层材料组成，也可以用不同波段探测器拼接而成，当光辐射照射探测器时，有两个波段信号输出。典型的双色器件有 3～5 μm 波段锑化铟/8～12 μm 波段碲镉汞、3～5 μm 波段碲镉汞/8～12 μm 波段碲镉汞和紫外波段/红外波段双色器件等。双色探测器可以同时探测到更多的目标信息，有利于目标识别，已广泛用于光电制导武器、光电搜索跟踪与前视红外系统等。

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

shuangtongdao xuanbian fasongji

**双通道旋变发送机** two-speed revolve transmitter　电感式高精度角度测量元件。一般情况下，粗、精通道共用一个铁心，粗机在 360° 机械角内变化一个周期，两相正、余弦信号输出，精机在 360° 机械角内变化多个周期，亦是两相正、余弦信号输出，通过粗、精机配合实现 360° 机械角的绝对角度测量。由于机械细分和电磁上的空间补偿作用，使测角精度大大提高，可达到几个角秒的精度，适用于高精度角度测量。双通道旋变发送机在军事装备中应用极为广泛，如雷达俯仰角测量，舰船、飞机、火箭、导弹等的惯导平台的角度测量等。



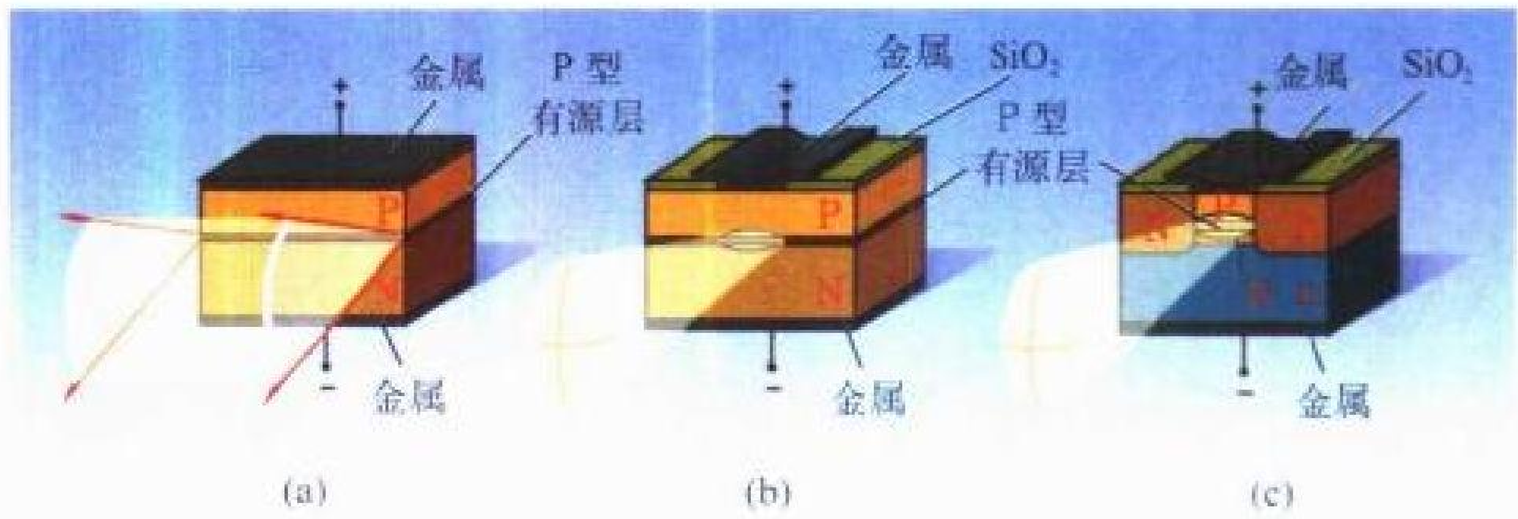

双通道旋变发送机输出信号与轴角的关系

$U$—输出电压；$\theta$—机械转角

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

shuangyizhijie jiguangqi

**双异质结激光器** double heterostructure laser　利用双异质结制成的半导体激光器。所谓双异质结是将一窄带隙半导体夹在两宽带隙半导体之间形成的结。其中窄带隙部分为激光器有源区，为直接带隙的材料，其两侧的宽带隙区则可以是直接或间接带隙的材料。双异质结激光器进一步发展成增益波导和折射率波导器件，其结构如图所示。双异质结激光器有源区很薄（0.1～0.4 μm），工作偏压低，而且有源区折射率明显高于邻区，形成光波导。与同质结激光器相比，它大大降低了阈值电流密度（600～800 A/cm²），并实现室温连续运转。双异质结激光器主要用于光纤通信等。




双层质结激光器结构示意图

（a）普通双异质结激光器　（b）增益波导双异质结激光器

（c）折射率波导双异质结激光器

（撰写：刘兴新　审订：梅遂生）

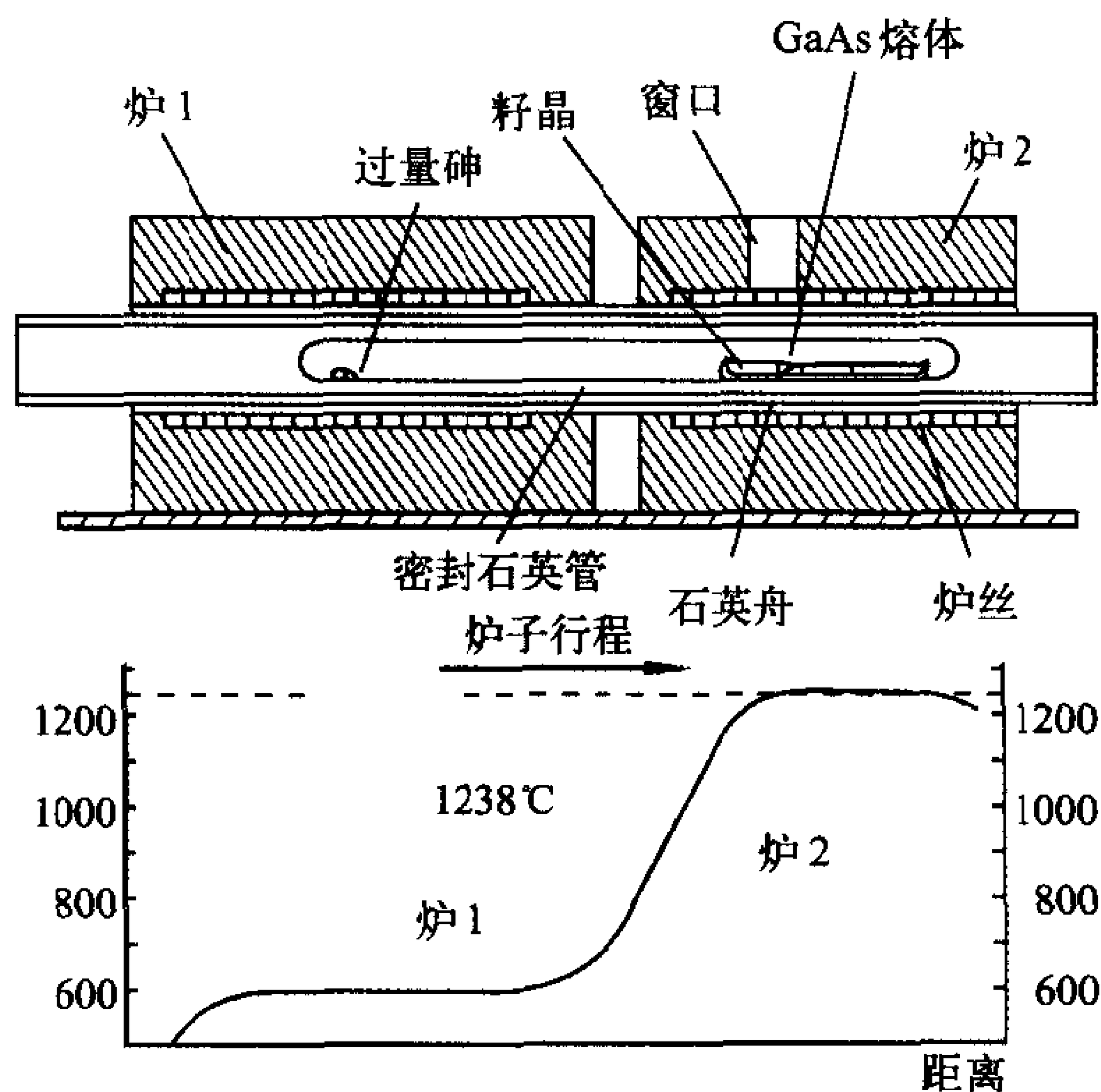
shuijihuo dianchi

**水激活电池** water activated battery　用淡水或海水激活的贮备电池。这种电池具有不含水的结构，干态贮存，使用时将起电解液或溶剂或正极活性物质作用的淡水或海水引入电池使其激活放电。水激活电池分为三类：⑴以海水为电解液的电池。如：镁/氯化银、镁/氯化亚铜、镁/氯化铅、镁/碘化亚铜、镁/硫化氰酸亚铜、铝/空气电池等。⑵以海水或淡水为溶剂的电池。如：铝/氧化银电池。⑶以海水或淡水为正极活性物质和溶剂的电池。如：锂水、钠水电池等。水激活电池主要具备以下特点：⑴贮存寿命长。电池内无电解液贮存，无自放电影响。⑵低温性能好。电池一旦激活，即有大量副反应热量产生，使电池本体温度远高于环境温度而不受其制约。⑶比能量、比功率相对较高。⑷电池工作时处于非密封状态，与外界有物质传递。⑸特别适合于在有水的环境中使用。水激活电池结构大致分为四种：浸没型、湿润型、自流型、控流型。浸没型主要用于水下声呐、浮标、航标灯等；湿润型主要用于应急灯、探空气象等装置；自流型、控流型主要应用于鱼雷动力源领域。

（撰写：伊　宇　审订：宋海德）

shuiping buliqimanfa

**水平布里奇曼法** horizontal Bridgman (HB) method　1925 年由 P.W.Bridgman 提出，后经多人改进生长化合物单晶的方法，简称 HB 法。此法可生长 GaAs、InAs、InSb、GaSb 等单晶，以 GaAs 单晶生长为例，生长炉及温度分布如图所示。As 和 Ga 分装于石英管两端并经真空脱氧，舟的材料可为石英或热解氮化硼（PBN），籽晶放入籽晶槽内，石英管抽真空封焊后置于水平生长炉中升温，高温区为 1245～1260 ℃，即在砷化镓熔点以上，低温区为 620℃，维持 As 的蒸气压为 0.1 MPa，使 As 挥发与 Ga 化合，并与砷化镓的离解压相平衡。合成结束后使熔体与籽晶接触浸润，缓慢移动炉体或石英管，并使结晶前沿保持一合适温度梯度，即可沿籽晶逐渐结晶而生长成单晶。为保证固—液界面平直及改善晶体完整性，又改进采用三温区或多温区辅助加热器。HB 法的优点是晶体的化学计量比准确可控，温度梯度小，生长速率慢，晶体完整性好，可生长低位错甚至无位错单晶，缺点是晶体截面呈“D”形，材料使用率降低。




水平两温区布里奇曼炉体结构与温度分布

（撰写：尹庆民　审订：沈能珏）

shuipingyi

**水平仪**　level sensor　测量安装基座相对于水平面在正交的两个方向上的倾角的传感器，实际上是一个双轴倾斜仪，通常由一个双轴加速度计构成(参见倾斜仪)。水平仪主要用于雷达调平、火炮及导弹发射架调平、钻探测井、大地测量、地震监测等。（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

shuirongye dianjiezhi weidianchi

**水溶液电解质微电池**　micro-battery with aqueous electrolyte　电解质为水溶液的微型化学电池。美国已于1998年应用微电子机械工艺研制出了锌镍微电池，其电压为1.5 V，电流密度大于12 mA/cm²，充电次数大于260次，容量为200～300 mC/cm²，单体电池面积为0.1 mm²，厚度小于100 μm(不计衬底)。这种微电池放电时电流密度较大，适用于为微电子机械系统供电。（撰写：张建中　审订：汪继强）

shuishang hangxing jieduan

**水上航行阶段**　phases of marine navigation　分为内河、海港入口与进近、岸区和洋区等四个主要阶段。从航行安全和经济效益的观点考虑，不同的阶段对导航有不同的要求。内河阶段的特点是内河船只在受限的水路中长途航行，要求的导航精度为2～5 m；海港入口与进近阶段是在内河与岸区之间的水域上的海船航行，需要频繁的机动以避免相撞或触礁，根据各海港之间情况的不同，要求的导航精度为8～20 m；岸区阶段指距岸50 n mile或大陆架边沿(水深200 m)以内(取其中的大者)的航行，海港之间和短途航行一般在这个水域内进行，还经常有大陆架上的科学与工业活动，要求导航精度0.25 n mile(460 m)；洋区是岸区以外的水域，这里用目视观察大陆上的基准，固定或漂浮的导航辅助设施以确定船只位置已不可能，但相撞或进入浅水区的危险较小，要求的导航精度为2～4 n mile(3.7～7.4 km)。

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

shuisheng ganrao

**水声干扰**　acoustic jamming　利用水声设备发射或转发某种声波信号，或用某种器材对敌方声探测信号进行散射、吸收，破坏或削弱敌方声呐和声制导兵器对目标的探测和跟踪能力的一种电子干扰。前者为有源干扰；后者为无源干扰。水声有源干扰包括压制性干扰和欺骗性干扰。压制性干扰即辐射大功率宽频带噪声干扰信号，使敌方水声接收系统饱和，不能正常工作。欺骗性干扰又称为模拟性干扰，既可用回声重发器多次转发，也可用噪声模拟器模仿舰船的自噪声，诱骗敌方声呐的跟踪或被动式声制导鱼雷的攻击。水声无源干扰指本身不发射声波信号，而是对声波信号进行吸收或反射从而对敌方水声设备或声制导武器构成干扰，包括吸收防护层、气幕弹和假目标等。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shuisheng ganrao qicai

**水声干扰器材**　sonar jamming equipment　用于削弱或破坏敌方声呐或声制导兵器的探测效能，使其无法正常工作的专用器材。分为压制型和欺骗型两大类。包括声干扰机、声诱饵和声吸收材料等。压制型干扰机又称噪声干扰机，可分为阻塞式、瞄准式和扫频式。舰载噪声干扰机一般有两种：一种直接安装在舰体内；另一种是由舰船拖曳的，其噪声干扰信号产生器产生的噪声信号经拖缆传送给换能器发射出去。噪声干扰机的特点是频带宽、功率大、结构简单、工作时间长。施放干扰后敌方水声设备或声制导鱼雷难以确定舰船的准确位置。欺骗型干扰设备主要包括回声重发器(一种瞄准式干扰机)和噪声模拟器(由噪声发生器、放大器和换能器组成，能模仿舰船噪声)，用于诱骗敌方被动声呐的跟踪或被动声制导鱼雷的攻击。另外还有舰船声吸收材料、气幕弹和无源假目标等水声无源干扰器材。

（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shuisheng tongxin

**水声通信**　hydroacoustic communication　利用声波在水下进行信息传送的一种通信方式。广泛用于水面舰船、潜艇、水下试验室、潜水员之间的通信联络。

声波在水中(特别是在海水中)传播速度比空气中快，衰减小，传播距离远，水声通信正是利用声波的这种特性来进行远距离水下通信的。水声通信装置通常由声呐发射设备、接收设备、控制设备和换能器组成，既可通话，又可通报(低速数据)。它有两种工作方式：一种是直接向水中发射语音信号(或数据信号)声波进行通信；另一种是将语音信号(数据信号)通过调幅或单边带调制后向水中发射声频调制波进行通信。前者通信距离近，后者通信距离远。在水中声波比电磁波、光波衰减小、传播远，因而水声通信相对其他水下通信方式(有线电缆和光缆方式除外)的通信距离要远。但因受海洋声波传播特性的影响，水声通信速度慢，信号失真较大。（撰写：陈湘文　审订：舒治安）

shuisheng zhencha

**水声侦察**　sonar reconnaissance　应用水声侦察设备在水中靠被动工作方式查明敌方水声设备、声制导武器和一切水下声辐射源信号的方位及技术参数，确定目标类型、部署和数量并判明威胁程度，以获取水声情报的一种电子对抗侦察行动。包括：(1)水声情报侦察，是指长期监测、截获、搜索敌方水声信号，经分析和处理，确定其技术特征参数、功能、方向(或位置)，判别其类型、相关武器平台、变化规律及威

胁程度等，为对敌斗争和水声对抗决策提供战区有关水声情报的一种水声侦察活动；(2) 水声支援侦察，是指在作战过程中，截获、搜索敌方水声信号，并实时分析，确定其技术特征参数、功能、方向（或位置），判别其相关武器平台及威胁程度等，为实施水声干扰、水声防御、战术机动规避等提供水声情报的一种水声侦察。（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

shuixia jiguang tance jishu

**水下激光探测技术**　underwater laser detection technique　用蓝绿色激光探测、定位和识别水下目标的技术。目前水下激光探测系统主要有扫描成像系统（参见扫描成像激光雷达）和距离选通成像系统等。距离选通成像系统包括脉冲倍频 Nd：YAG 激光器、带选通电极的像增强电荷耦合器件（ICCD）摄像机以及选通和信号处理电路等。采用距离选通技术的主要目的是要克服近距离水中后向散射光，以提高信噪比，在较清澈的水中，探测距离可达 50～100 m。水下激光探测技术主要用于近海和江湖的水深测量、浅水区水雷定位和识别，水下障碍物和水底沉物的定位和识别，以及潜艇的探测。

（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

shuixia tongxin

**水下通信**　underwater communication　利用声波、电磁波、光波或电（光）缆完成水下—水下（或水上—水下）通信对象间信息传送的通信。它包括水声通信，甚低频/超低频对潜通信，蓝绿激光对潜通信和有线电（光）缆通信等方式。用于水下平台（潜艇、水下试验室、水下机器人、水下测量装置等）之间、潜水员之间，以及水上平台（舰船、钻井平台、岸站、空间站等）和水下平台之间的通信联络。蓝绿激光对潜通信是利用波长为 0.47～0.54 μm 的蓝绿光能穿透较深（600 m 以上）海水的特性来实现对水下潜艇通信的。将激光通信机装在卫星（或飞机）上，从高空直接向下将携带着信息的激光束照射到预定海域进入水下，由潜艇上的激光接收机接收。用蓝绿激光进行水下通信的优点是通信深度大、频带宽、信息传输速率高；但受气候、海洋环境因素影响大，使实际可能的通信深度远小于穿透深度。蓝绿激光对潜通信目前尚处于试验阶段。水下有线电缆（光缆）通信主要用于水下试验室之间、钻井平台或测量母船与水下测量（或观察）装置之间的通信联络。通信深度和通信距离受海洋环境因素的制约较小，但大深度、远距离电缆布置、稳定和维护工作难度较大（永久性海底电缆系统除外）。

（撰写：陈湘文　审订：舒治安）

shuizhengqi tongdao tongxin

**水蒸气通道通信**　water vapor channel communication　利用无线电波在海平面至 20 m 左右高度由水蒸气通道内产生超折射现象实现的超视距通信。所谓超折射是指折射率大于地球表面曲率。通道内路径损耗比绕射小十至数十分贝。通道传播距离近似为

$$d \approx 0.922\left(\sqrt{kh_t} + \sqrt{kh_r}\right)$$

式中 $k$ 为有效地球半径因子，$k$ 值在 0.6～5.0 之间，中纬度地区典型值为 1.33；$d$ 为距离（海里）；$h_t$、$h_r$ 分别为发信和接收天线高度（英尺）。通道是永久机制，但其上界与海面上气象参数：温度、湿度、风向、风速等有关，其典型值为 20 m，世界平均值为 13.1 m。试验表明，通道最佳工作频率为 9 GHz。低于 3 GHz 时，通道很少发生作用；高于 18 GHz 时，信号增益被海面粗糙度及大气吸收抵消。如限定信道带宽为载波频率的 5%，则信道容量可达 450 Mb/s。经过近半个世纪研究与试验，水蒸气通道通信已进入研究利用阶段，特别适用于海军战斗群大容量超视距通信。

（撰写：袁礼珍　审订：李振邦）

shunxu kongzhi

**顺序控制**　sequential control　使生产机械或生产过程按规定时序动作，或在输入信号作用下使受控对象按预定规律顺序动作的控制方式。构成的系统可以是开环的，也可以是闭环的。顺序控制的发展经历过机械凸轮式控制、继电器—接触器控制、电子逻辑元件控制和计算机顺序控制四个阶段。计算机顺序控制通用性强，可以通过软件变化完成不同的控制任务。20 世纪 70 年代出现的可编程控制器是专为用于各种工业过程顺序控制而设计的微型计算机设备。典型的顺序控制系统是由顺序控制器、输入接口、输出接口和显示报警部分组成，它的执行机构通常是开关式的执行器。控制器的工作原理可以用有限自动机模型加以描述，即控制器的当前状态和输入信号决定了输出信号，同时也决定了控制器的下一个状态。输入信号可以是由时序发生器产生的一连串信号，也可以是各种随机事件。顺序控制广泛地应用于自动化生产控制、机床控制、运输机械控制、水处理设备控制等工业自动化系统中。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

shunjian guance

**瞬间观测**　instant observation　在施放干扰过程中，短暂停止发射干扰信号以便监听或观察被干扰信号的活动情况，或搜索威胁程度更高的辐射源信号。瞬间观测是干扰机进行有效干扰不可缺少的重要环节。其主要任务包括：监视周围的威胁信号环境有无变化，这些变化包括出现了新的威胁信号、原有的威胁信号消失了、威胁信号的参数和威胁程度发生了变化等；监视被干扰的威胁信号参数及其变化，以便实时调控干扰参数，分析和判断干扰效果，修订干扰决策控制命令等；监测干扰信号与被干扰信号的调控状态，如频率是否瞄准、方向是否瞄准等。干扰机通过瞬间观测所获得的信息，便可及时采取相应的有效措施。现代干扰机均具有良好的瞬间观测功能。（撰写：王　燕　审订：索以宾）

shunjian kuaisu tongxin xitong

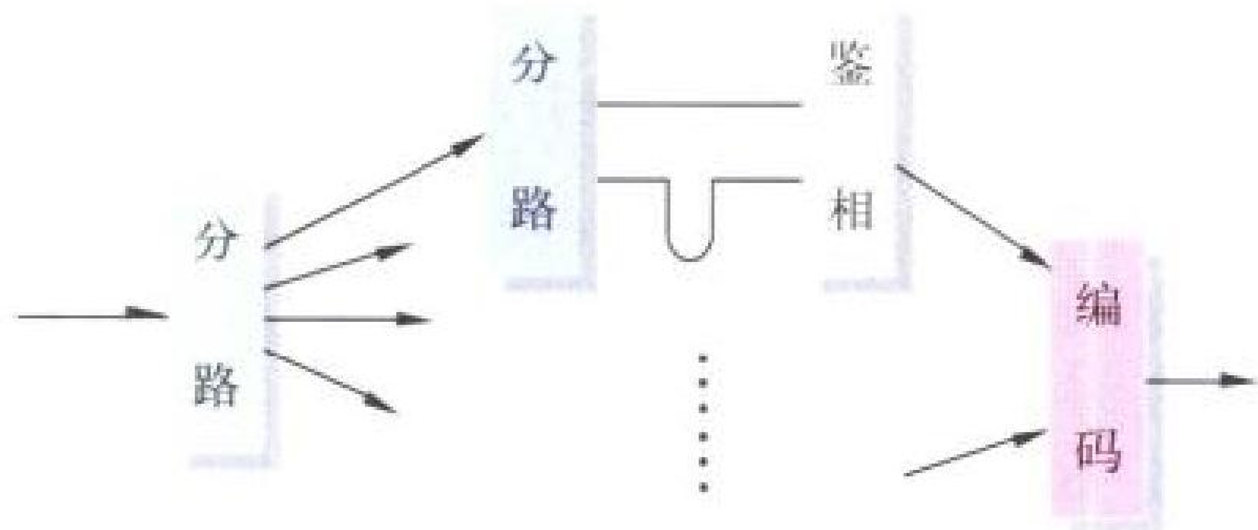
**瞬间（快速）通信系统**　instant communication system　又称超快速通信系统。为了达到通信隐蔽的目的，要求在极短时间内完成数据传输的一种无线电通信系统。系统由快速收/发信终端机和短波通信信道（或其他信道）设备组成。主要用于潜艇和岸站之间进行快速隐蔽通信；也可用于其他场合，例如战场情报侦察与情报处理中心之间的隐蔽通信。瞬间（快速）通信必须尽量缩短通信时间，提高信息传输速率，将无线电波在空中的发射时间限制在无线电侦察定位的反应时间以内，完成一次通信的时间通常只有 0.08～0.15 s。为保障一次通信信息传输所需时间，必须实现可靠的快速捕获和尽量减少同步的时间开销，同时降低漏启率和增长虚启周期。为了保证每一次通信信息传输的可靠性，系统通常采用分集接收技术（时间分集、空间分集）并进行数据综合处理，例如，岸站对潜艇通信可定时多次重复发射（时间分集）、潜

艇对岸站通信随机发射，岸站可采用多点接收（空间分集）。

（撰写：黄怀信　审订：李振邦）

shunshi cepin jieshouji

**瞬时测频接收机**　instantaneous frequency measurement receiver (IFM)　利用延迟线或其他技术手段，将频率信息转变为相位信息，通过鉴相器实现对信号频率瞬时测量的侦察接收设备。IFM 接收机的特性使得它特别适用于电子战场合，它具有宽的瞬时带宽，高的截获概率；高的测频精度和窄脉冲能力；且体积小、重量轻、成本低。IFM 接收机的原理如图所示，将输入信号分路，其中一路采用延迟线延迟。




IFM 接收机原理

在相关器中将两路信号相比，利用测量这两路信号的相位差的方法来确定输入信号的频率。IFM 接收机的延迟线长度决定了其频率带宽和分辨率，延迟线越长，分辨率越高，带宽越小。实际的 IFM 接收机通常包括几个不同延迟线长度的相位相关器。最长的延迟线提供频率测量的分辨率，较短的延迟线则用于解频率模糊，满足带宽要求。IFM 接收机的主要弱点是处理同时到达多信号和重叠信号的能力不足。对此已经进行了大量的改进研究，提出了许多检测同时到达信号和重叠信号的方法。IFM 接收机是一类非常成熟的电子战接收机，已在各类电子战系统中得到广泛应用。

（撰写：龚 渝　审订：顾耀平）

shuntai diancibo

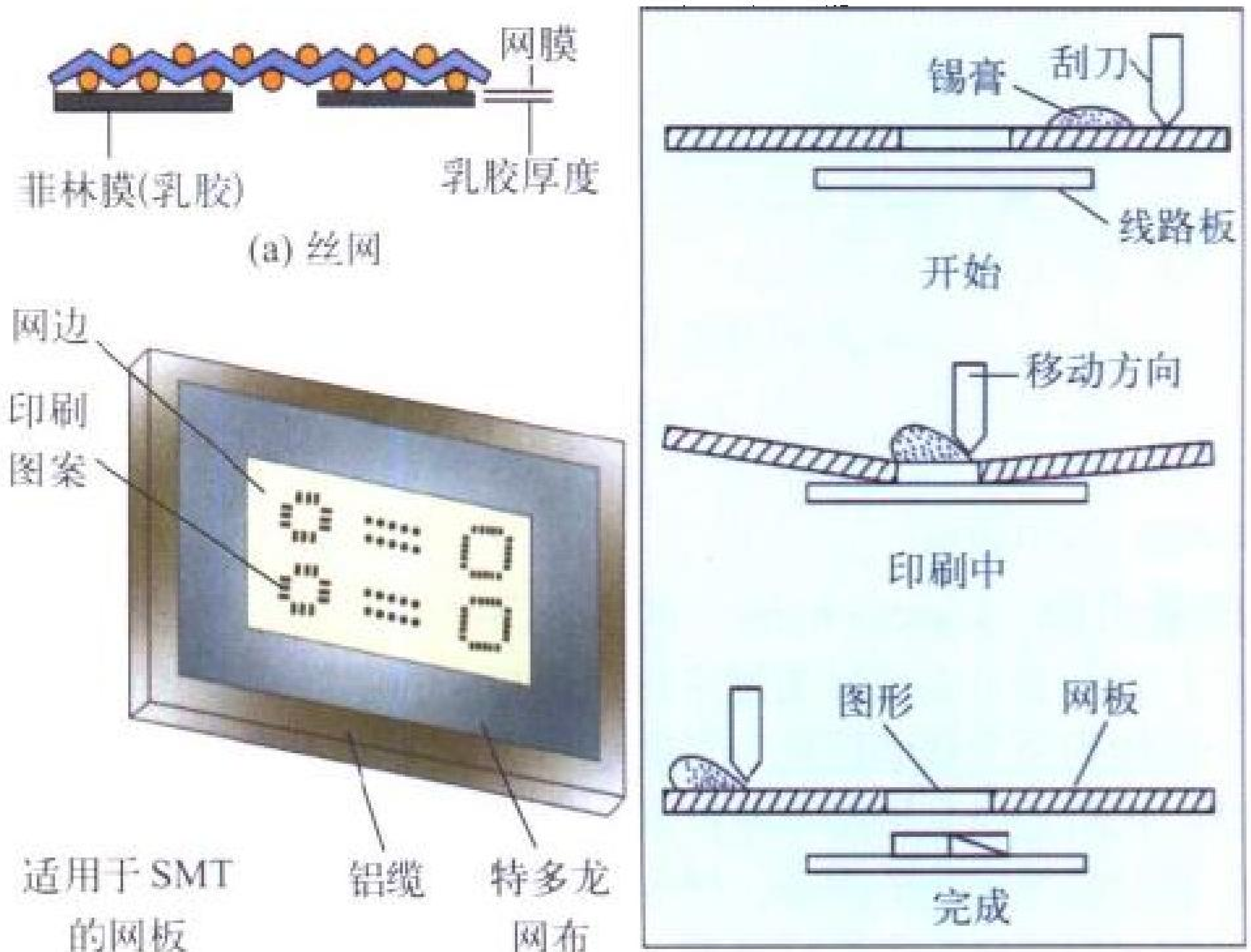
**瞬态电磁波**　transient electromagnetic wave　持续时间很短的瞬变电磁波。一般指具有陡峭前沿的短暂电磁脉冲波，包括单一脉冲或周期较长的重复脉冲。

例如：目标探测用脉冲，其前、后沿均为零点几至几毫微秒 (ns)，核爆炸电磁脉冲与雷电脉冲的前、后沿分别为 10 ns、500 ns 与 1 μs、1 ms。瞬态电磁波同时具有时域瞬变特性和频域宽带特性，其理论和测试技术是 20 世纪 70 年代以来在目标探测识别与核爆电磁脉冲防护两大实际应用，以及短脉冲技术的促进下发展起来的；过去应用于稳态波场的、基于傅里叶或拉普拉斯变换的频域谐波分析法，对于频带极宽的超短脉冲，不如直接应用时域分析法简单和直观。瞬态电磁波的波前接近散射目标时刻的早期响应取决于场的高频分量，因而波前通过目标的响应对目标的结构特性非常敏感；而脉冲的后期响应，则主要取决于目标的自然谐振频率，即反映目标的整体特性。瞬态电磁波的传播强烈地依赖信道是否具有色散特性。在色散媒质中，传播速度随频率而变，接收点各频谱分量组合的结果使信号特征可能被抹掉、压缩或出现其他畸变，但对应于波前的早期响应，因取决于场的高频分量，由于媒质粒子跟不上响应而无色散效应，故具有陡峭前沿脉冲波的波前响应，对于目标探测应用有重要的意义。

（撰写：熊 皓　审订：童志鹏）

siwang louyin gongyi

**丝网漏印工艺**　screen printing technology　一种利用按要求设计制作好的网板或模板，精确地将所需焊料印刷涂敷到电路板基板对应位置上的印刷工艺技术。广泛应用于厚膜电路制作、表面组装焊膏涂敷等场合。一般将丝网与基板不接触的印刷称为丝网印刷，接触印刷称丝网漏印。表面组装焊膏或胶粘剂涂敷一般采用丝网漏印，并借助丝网印刷机进行。丝网印刷机一般由印制电路板定位系统、刮刀及控制系统、网板或模板组成。网板制作通常是在 80～200 目的不锈钢金属网上涂敷一层感光乳剂，使其干燥成为感光膜，然后将负底片（菲林）紧贴在感光膜上，用紫外线曝光，曝光部分聚合成为持久的涂层，未曝光的部分用显影剂将其溶解掉，在需要沉积（印刷）焊膏或胶粘剂的部分形成漏孔，干燥后在不锈钢金属网上的感光膜即为印刷用网板。漏模板的制作是在一块金属片上采用化学蚀刻或激光光刻出漏孔，金属片利用四周的聚酯或不锈钢丝网与框架相连接。焊膏漏印时，施加一定压力的刮刀使网板与印制板接触，并使焊膏在网板上均匀流动并注入漏孔，当丝网脱开印制板时，焊膏按设计形状从漏孔脱落到印制板相应的焊盘图形上，从而完成焊膏在印制板上的印刷（如图所示）。




丝网印刷示意图

（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

siji chongqi chufaguan

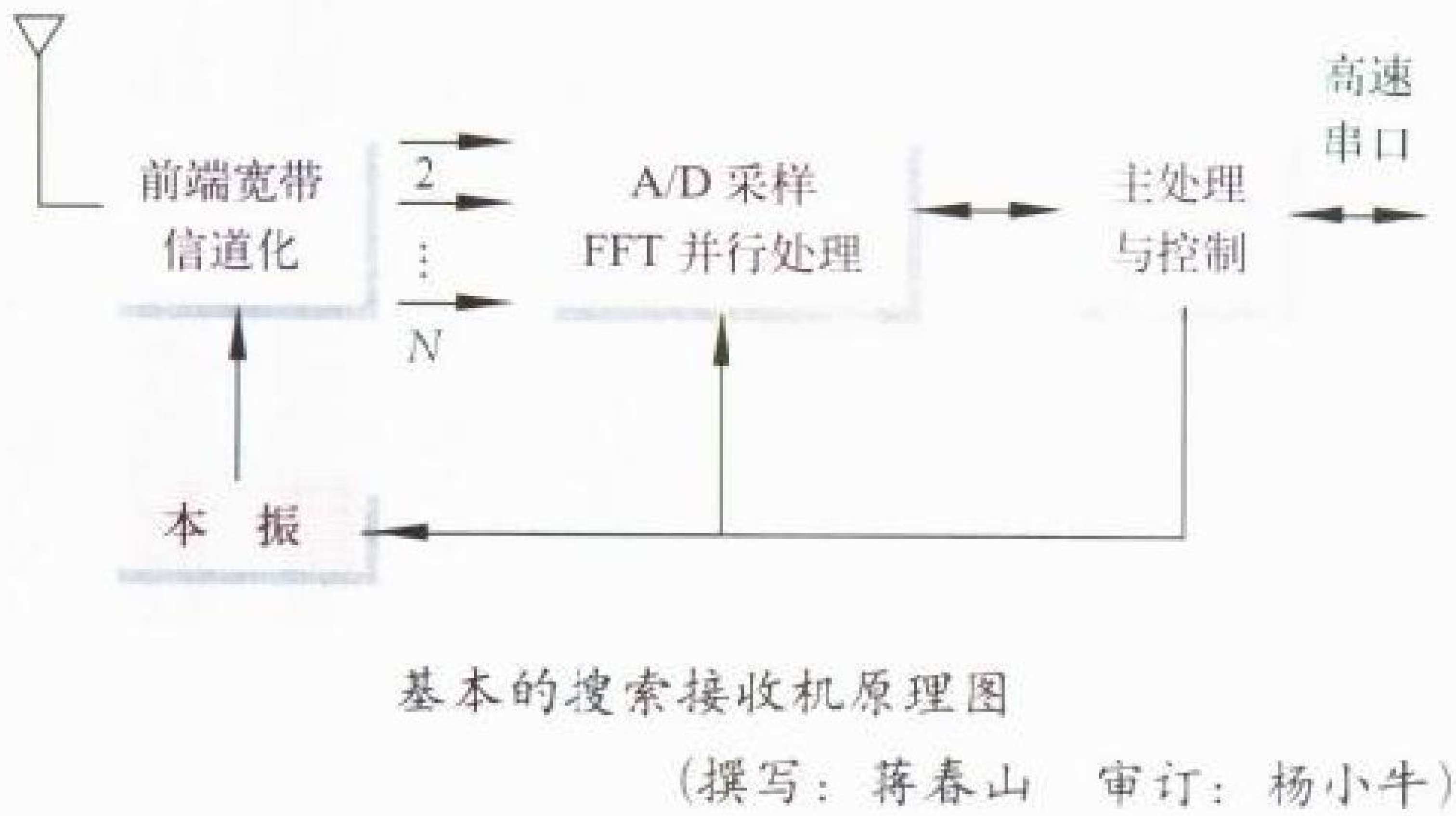
**四极充气触发管**　krytron　除了阴极、阳极、触发极之外还有第四个电极——预燃极的低气压触发管。采用玻璃外壳，结构的设计使在低气压状态下，阳极阴极间距与气压的乘积位于帕邢曲线的左支，隔离电压很高。阴极触发极间距与气压的乘积位于帕邢曲线最低点附近，触发电压很低，加主间隙电压时预燃极提供约 50 μA 预电离电流。一加触发电压，主间隙产生辉光放电过渡到弧光放电，输出大电流脉冲。外形尺寸为 φ12 mm×22 mm、最大工作电压范围 0.5～8 kV，触发电压 500 V，延迟时间短，抖动小，但重复工作频率不宜超过 10 次/秒，电极溅散明显，寿命不很长。

（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

sousuo jieshouji

**搜索接收机**　scanning receiver　指具有一个频率窗口，通过控制频率窗口的移动，对侦察频段内的电磁信号进行快速

搜索、完成信号截获，并能进行信号参数（主要是频率、电平和到达时间等）测量的侦察接收设备。随着数字信号处理技术的快速发展，目前搜索接收机一般都采用数字化技术来实现。一种中频数字化的搜索接收机原理如图所示，它利用前端宽带信道化技术、中频数字化技术和并行处理技术实现对一定范围内电磁信号的快速搜索和截获，是新一代的搜索接收机，已广泛应用于通信对抗领域。其主要特点是：宽带中频数字化频谱分析，即对宽带中频信号进行高速 A/D 采样、FFT 运算及谱估计；宽度达 10 MHz 的宽带前端信道化技术；多达数十路的并行处理技术。在侦察系统中搜索接收机主要用于全景显示、跳频信号截获以及网台分选；在对抗系统中还能提供快速准确的目标信号频率以引导干扰设备实施干扰。与常规监测接收机相比，它的突出特点是一个“快”字。搜索接收机的快速功能和先进的数字信号处理技术，以及它应用的灵活性和可编程性，使之能够适应各种信号环境并具有广泛的应用前景。




基本的搜索接收机原理图

（撰写：蒋春山　审订：杨小牛）

sousuo yinqing

**搜索引擎** search engine　网络资源搜索和服务内容的提供者，访问者可以通过关键字检索到相应的网络资源。它起源于传统的全文检索理论，目的是力求解决传统信息检索效率低、耗时长以及网络不断扩展和信息急剧增长给用户带来的信息过载等问题的困惑。搜索引擎由搜索器、索引器、检索器和用户接口四个部分组成：⑴ 搜索器在互联网中漫游、发现和搜集信息；⑵ 索引器的功能是理解搜索器所搜索的信息，从中抽取出索引项，用于表示文档以及生成文档库的索引表；⑶ 检索器的功能是根据用户的查询在索引库中快速检出文档，进行文档与查询的相关度评价，对将要输出的结果进行排序，并实现某种用户相关性反馈机制；⑷ 用户接口是输入用户查询、显示查询结果、提供用户相关性反馈机制。搜索引擎已涉及到信息检索、人工智能、计算机网络、分布式处理、数据库、数据挖掘、数字图书馆、自然语言处理等多领域的理论和技术，具有综合性和挑战性。搜索引擎将作为网络应用技术的一种表征，继续成为人们关注的焦点之一。　（撰写：邵培南　江 水　审订：瞿兆荣）

sudu qipian ganrao

**速度欺骗干扰** velocity deception jamming　使被干扰辐射源（雷达）的测速和速度跟踪系统产生错误跟踪或增大跟踪误差的一种电子干扰。速度欺骗干扰是最常见的电子干扰技术，而速度波门拖引（VGPO）又是最常见的速度欺骗技术。如图所示，这种方法采用转发一个假目标回波，使雷达的速度波门跟踪到此回波上，然后逐渐增加干扰信号的多普勒频偏，从而在速度上将雷达速度跟踪波门从真目标上拖开。速度波门拖引技术有前拖和后拖之分，分别指多普勒频移的逐渐增大和逐渐减小。单独的速度波门拖引不能起到有效的干

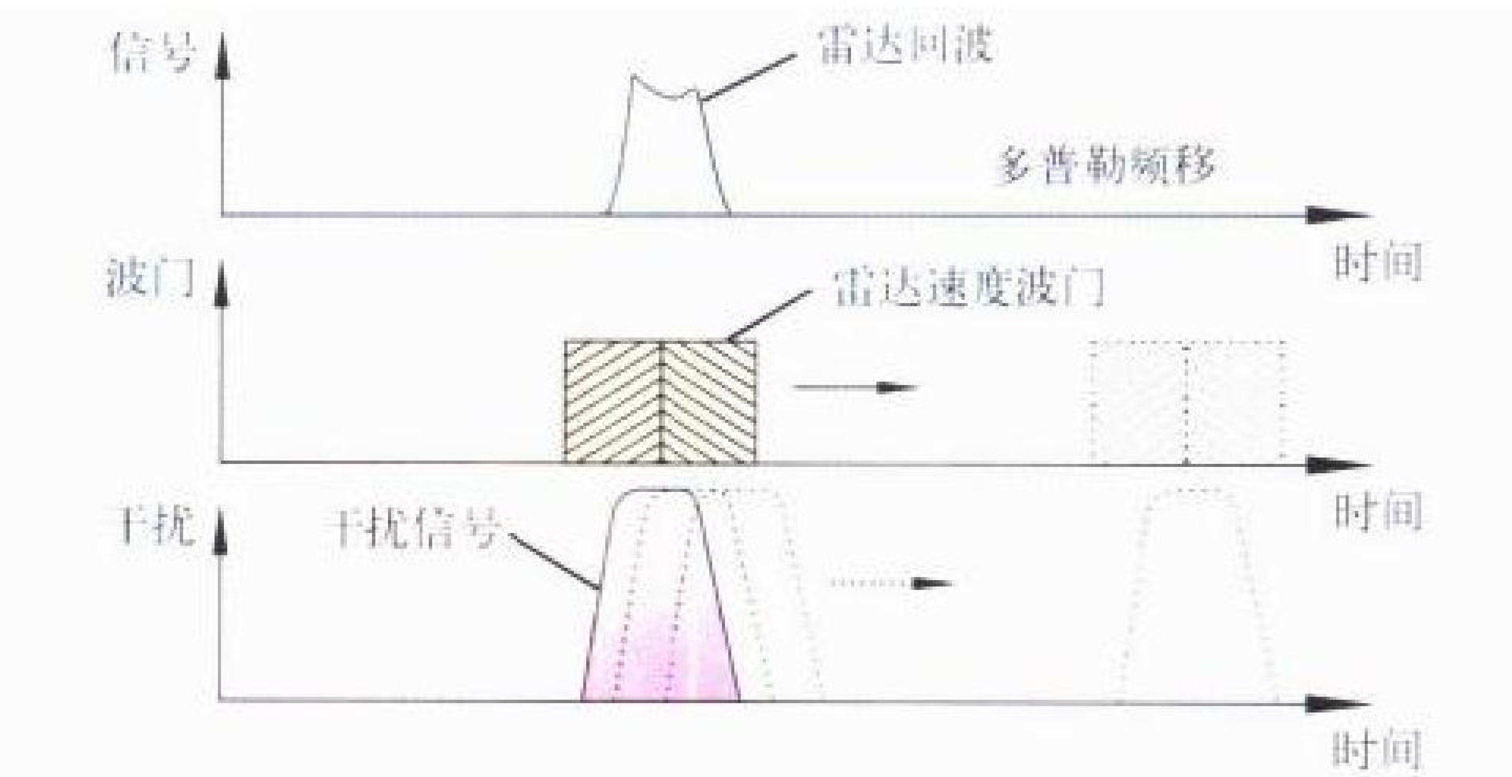



图 1 速度波门拖引示意图

扰作用，通常的用法是作为组合干扰中的一种干扰样式，将雷达的速度跟踪波门从真目标上拖开，从而为角度干扰等提供一个较高的干信比。

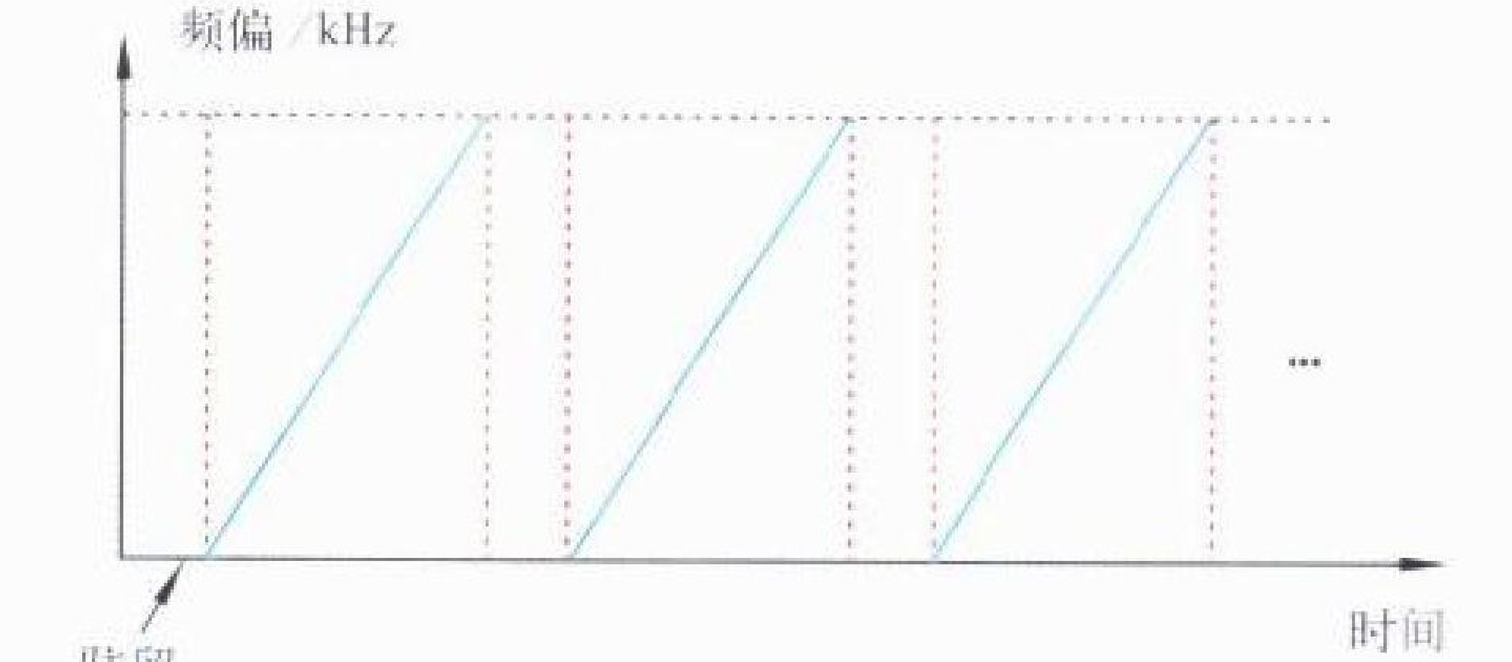



图 2 速度波门拖引的后拖过程

（撰写：龚 渝　审订：顾耀平）

sutiaoguan

**速调管** klystron　一种真空电子注器件。在速调管中，对电子注中的电子初始速度调制，随之导致密度调制，群聚的电子块与一个或多个谐振腔间隙上的微波场互作用，将直流能量转换为微波能量。速调管分为速调管放大器和速调管振荡器（也称反射速调管）。速调管放大器（一般称多腔速调管）是一种全金属陶瓷结构的高真空密封管，如图 1 所示。它包含电子枪、高频系统（谐振腔和漂移管）、高频输出系统及收集极。管子工作时管外附加纵向磁场。输入腔送入激励信号，造成电子初始速度调制，在漂移腔中形成密度调制，输出腔完成能量转换。它具有输出功率高、增益高和工作稳定性高等特点。目前其脉冲峰值输出功率为数百瓦至百兆瓦级，平均功率达 1 MW 水平，频率在 100 MHz～40 GHz 范围内。主要缺点是带宽窄，但在改进型管（多注速调管、行波速调管）上带宽明显提高。它被广泛应用在军用装备（雷达功率发射管）、医用加速器、电子加速器、气象探测、广播通信、电视发射及高能物理研究等领域。反射速调管是只有一个谐振腔的振荡管，如图 2 所示。管子工作时由电子本身提供反馈并造成电子的速度调制，由反射电极作用导致密度调制，同一个谐振腔完成能量转换。它是一种小功



图 1 脉冲多腔速调管

率和低效率器件，输出功率为数毫瓦至瓦级，工作频率在500 MHz～220 GHz 范围。被用作信号发生器、接收机本振、中继通信发射机中。

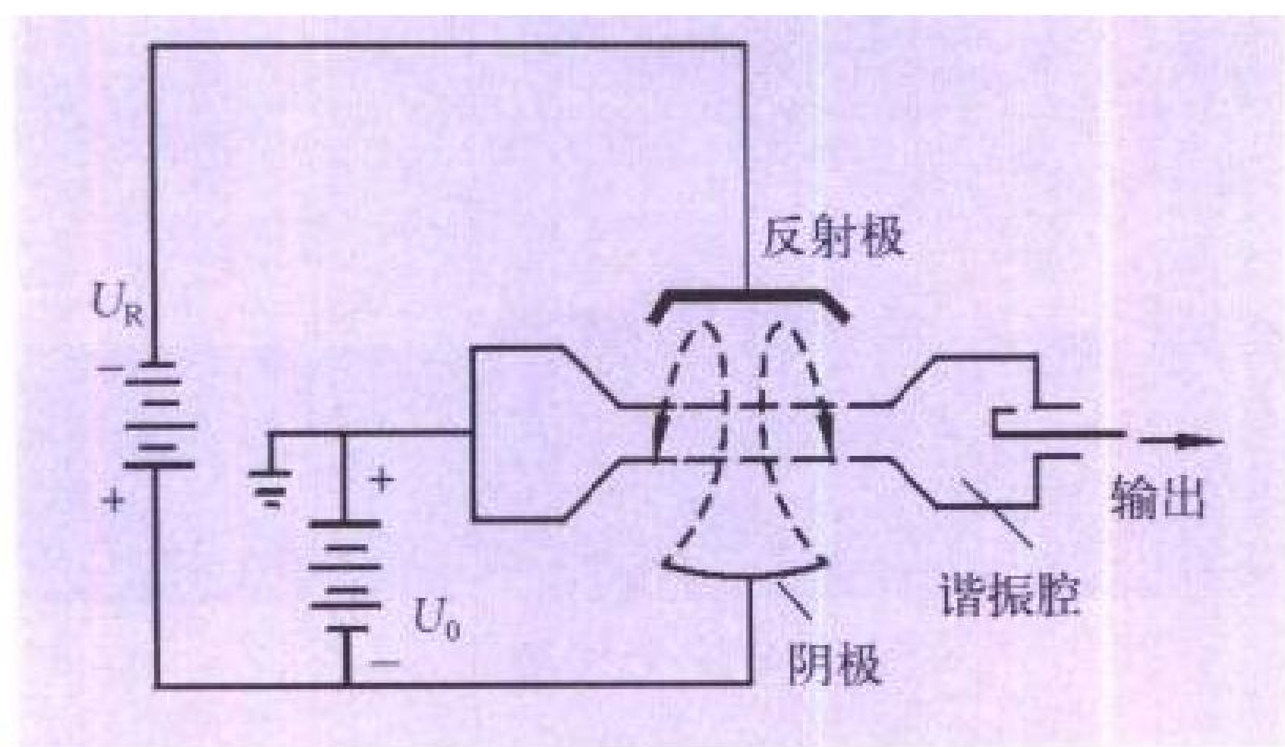



图 2 反射速调管示意图

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

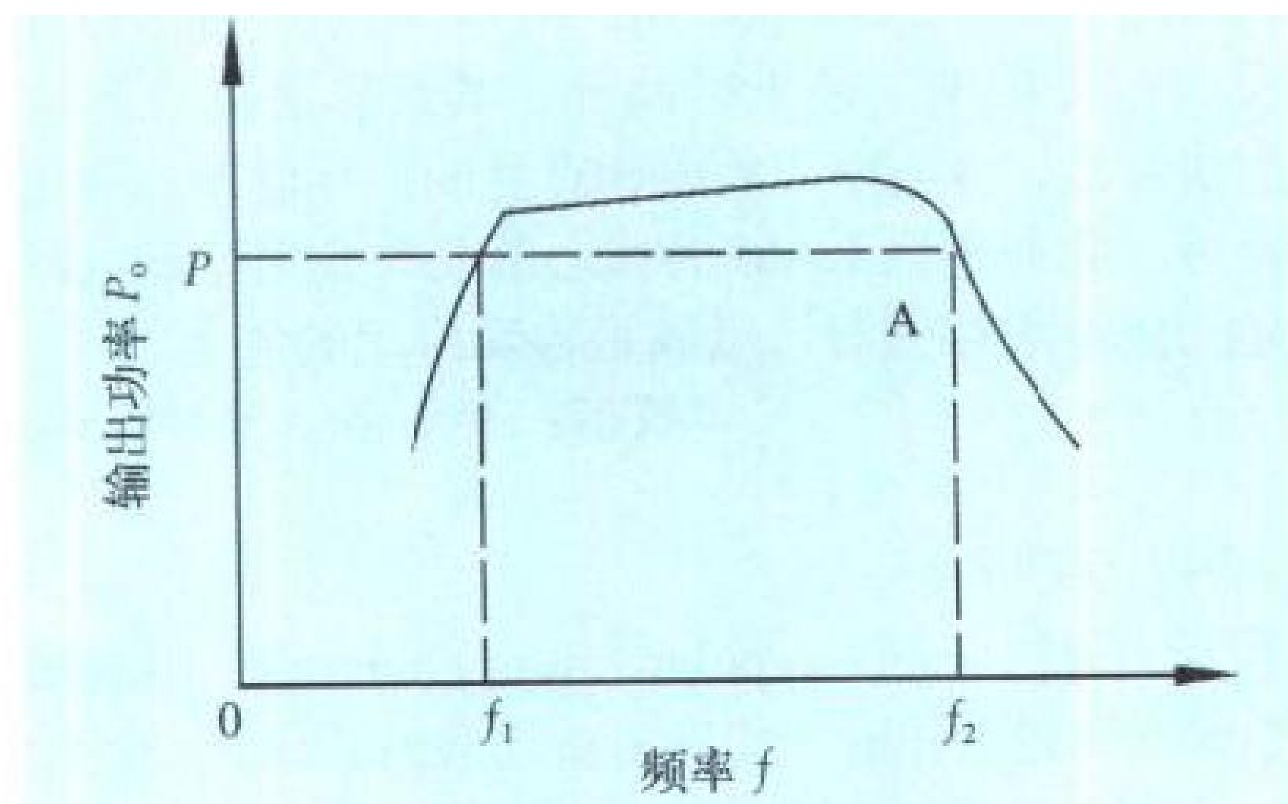
sutiaoguan de cenci tiaoxie

**速调管的参差调谐**　stagger tuning for klystron　在多腔速调管中，为了增宽频带宽度，将输出腔以外的各腔即群聚段各腔的谐振频率调至偏离工作频率的某一数值上，这种方法称为参差调谐，简称为参调。采用这种方法增宽了群聚段的增益频宽，从而增宽了整管的频带宽度。在同样腔数的速调管中，必然要降低速调管的增益性能。

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

sutiaoguan de gongzuo pinlü fanwei he pindai kuandu

**速调管的工作频率范围和频带宽度**　working frequency range and bandwidth for klystron　在一定的条件下，能满足一定的技术指标的频率范围。在不同场合使用者给出的条件和要求的技术指标不同，其含义也各异。对速调管放大器而言，其工作频率范围定义为在给定工作电压、聚焦磁场和激励功率等条件下，改变腔体的谐振频率使输出功率不小于额定值 $P$ 的频率范围。如图所示曲线 A 上对应的 $f_1-f_2$ 的频




速调管放大器工作频率范围特性

率范围即为速调管放大器的工作频率范围。速调管的频带宽度是指在工作条件不变的情况下，其参量能满足规定指标的那段频带宽度。速调管放大器常用的频带宽度是指在固定工作电压、聚焦磁场和激励功率条件下，输出功率不低于最大值以下 1 dB 或 3 dB 时的频率范围，分别称为 −1 dB 或 −3 dB 带宽。（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

sutiaoguan fasheji

**速调管发射机**　klystron transmitter　输出级使用速调管的级联放大链发射机，它是微波管雷达发射机中输出功率能力最强大而带宽窄的一族。用强电子束向高 Q 谐振腔加载和延长输出腔（甚至全部谐振腔）与电子束间的相互作用过程，直至采用功率行波管慢波结构作为输出电路是速调管发展其带宽能力和转换效率的主要途径。20 世纪 60 年代初提出多电子束结构，美国的直线排列的行波多束速调管（TWMBK）最终因结构复杂、可靠性差而终止计划。俄罗斯开发出圆形多束速调管（MBK），其带宽、增益和效率等性能可与行波管竞争，而工作电压与正交场管接近。沿后一途径发展，又先后推出行波速调管（TWYSTRON）、长作用输出腔速调管（EIOCK）、分布作用腔速调管（EIK）和集群腔速调管（CCK）。在数兆瓦功率电平下，能保持 40 dB 增益、40% 的转换效率和 10% 左右的带宽。集群腔速调管可达到 20% 带宽而且比相当的行波管或行波速调管简单、便宜。与正交场管相反，速调管和行波管都要求射频激励信号脉冲嵌套在调制脉冲宽度的顶平部分。速调管发射机的最大优点是寿命长、增益高，主要用在雷达、通信和电子战装备中。（撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍）

sutiaoguan xiaolü

**速调管效率**　klystron efficiency　通常是指速调管的输出功率与管子从电源吸取的功率之比。它分为效率和总效率。效率 $\eta$ 是指直流能量转换为微波能量的程度，即微波输出功率 $P_{out}$（在连续波工作状态取平均功率，在脉冲工作状态取脉冲峰值功率）与馈给电子注直流电源功率 $P_0$ 之比，$\eta$ 可用下式表示

$$\eta=\frac{P_{out}}{P_0}=\frac{P_{out}}{V_0 I_0}$$

式中 $V_0$、$I_0$ 分别为电子注电压和电流（在脉冲状态下，$I_0$ 取脉冲电流）。速调管效率是速调管的主要电参量之一，用以评价速调管作为能量转换器的经济性。总效率 $\eta_\Sigma$ 是指速调管的微波输出功率 $P_{out}$ 与馈给速调管的全部功率之比，$\eta_\Sigma$ 用下式表示

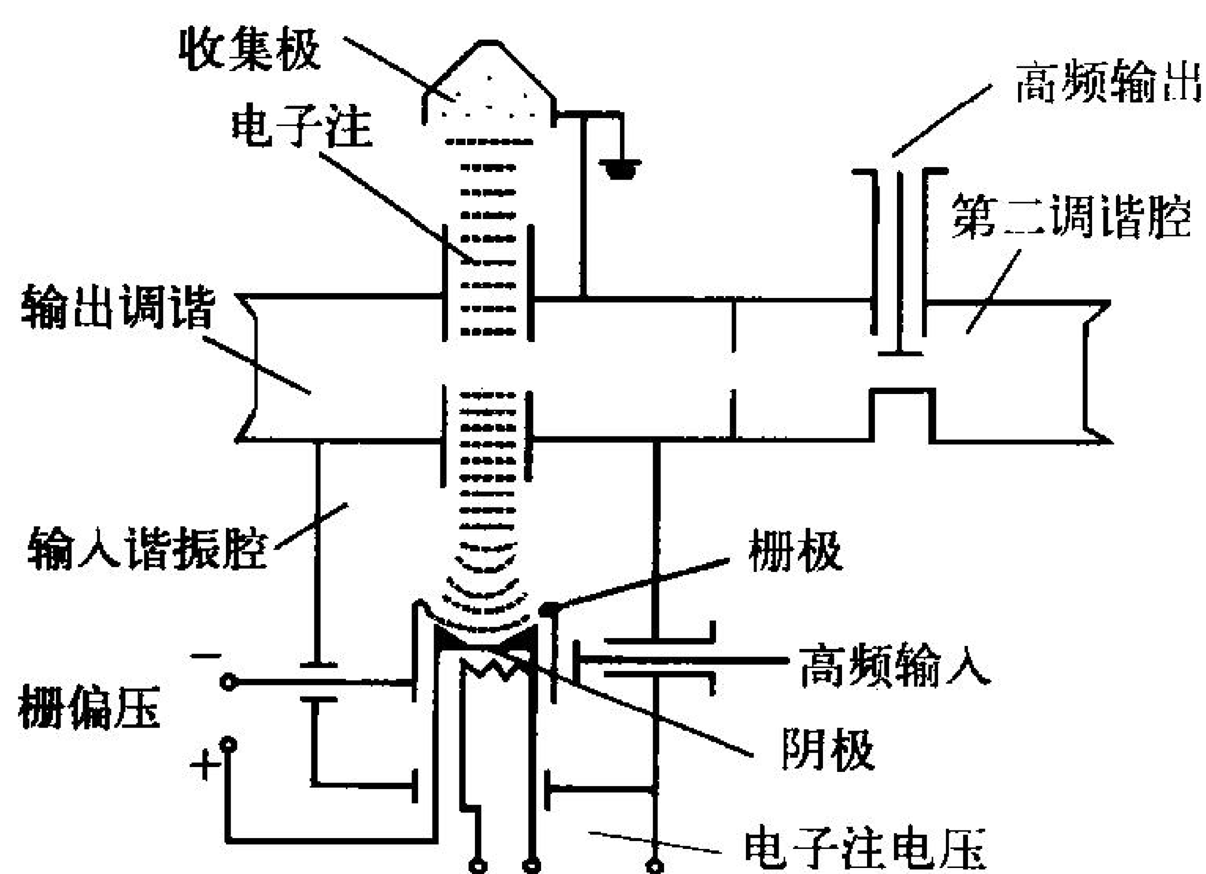
$$\eta_\Sigma=\frac{P_{out}}{P_0+P_f+P_F+P_C}$$

式中 $P_0$、$P_f$、$P_F$ 和 $P_C$ 分别为馈给电子注直流电源功率、热子功率、聚焦磁场功率和冷却系统功率。用以评价速调管作为整机的经济性。（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

sutiao sijiguan

**速调四极管**　klystrode　速调管的一种。在阴极至阳极前端面的空间内，电场分布和输入间隙中微波信号与电子流的作用过程类似于四极管，而输出间隙中能量转换过程类似于速调管，所以称为速调四极管，如图所示。主要优点是：(1) 转换效率高，可达 60%，用在电视发射机中整机的品质因数高达 120%，这就意味着电视发射机的运行费低；(2) 由于这种管子输出与输入回路间有良好电气隔离，所以工作时性能稳定可靠；(3) 一般采用高可靠的铝酸盐阴极电子枪，管子工作电压高，阴极电流密度小，所以管子工作寿命长，可与速调管相比；(4) 相对速调管而言，输入段仅一个腔，管子轴向尺寸短，聚焦场区也短，因此购置费及运行费比速调管低。速调四极管的工作原理：电子枪的阴极与栅极组成输入间隙与外腔体构成输入谐振回路，栅极加负偏压，在外加微波信号时，建立起谐振电压，在每个脉冲的正半周阴极发射出电子，这一电子束团经阳极直流电压加速并以不变的速度进入漂移空间，形成密度调制电子注，通过输出腔时便在输出腔内激励起高频电磁场，由建立在输出间隙上的高频电场对电

子注产生强烈减速，从电子注中提取高频能量。速调四极管一般只能工作在400～800 MHz，适用于UHF电视发射，目前这种管输出功率高达60 kW，同时由于体积小、重量轻和效率高等特点也被作为空间高频脉冲大功率源的优选管型。




速调四极管示意图

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

suliao guangxian

**塑料光纤** polymer optical fiber (POF) 又称聚合物光纤。它是由高折射率的高分子透明材料作纤芯，低折射率高分子材料作包层制成的光纤，主要材料是聚甲基丙烯酸甲酯。塑料光纤的优点为：成本低，切割和接续容易，芯径大、容易耦合，可用廉价的发光二极管作光源。缺点是：损耗大，带宽窄，长期可靠性较差。近年来开发了全氟化塑料光纤，损耗降低至50 dB/km，比早期的200 dB/km有显著改进，带宽也从突变型折射率的20 MHz · km增加到渐变型折射率的1.2 GHz · km，增进了塑料光纤在局域网信息传输中的应用，耐热塑料光纤（耐热达150 ℃）的开发，使它在汽车信号传输网络中得到应用，减轻了缆线重量，在军事上用于战车仪表照明、地图照明等。（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

suanshu luoji danyuan dianlu

**算数逻辑单元电路** arithmetic and logic unit (ALU) 由模式控制端的电平来选择电路完成算术运算或逻辑运算的部件，是中央处理器（CPU）的重要组成部分。它是在具有快速进位的4位全加器的基础上发展起来的功能更复杂的运算电路，通常由一个累加器和一些专用的寄存操作数和运算结果的寄存器组成。为了执行乘法、除法和其他一些操作，它还带有移位和时序电路。

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

suidui zhiyuan ganrao

**随队支援干扰** escort jamming 电子干扰平台伴随着攻击编队突防，对敌方信息获取及传输系统实施干扰压制，以掩护己方飞机的作战行动（见图）。实施随队支援干扰的平台通常是专用的电子干扰飞机，搭载专用的电子干扰设备，伴随着攻击飞机突防，对敌实施大功率噪声和欺骗干扰，在编队飞行的区域内形成干扰压制区，以掩护己方编队的突防、攻击和撤退等军事行动。随队支援干扰的优点是干扰平台距敌方电子设备近，可对敌方雷达天线的主瓣进行实时干扰，干扰效率高；采用专用的干扰设备，干扰功率大、能力强，覆盖范围较大，可同时干扰多种威胁目标；专用干扰平台随队飞行，干扰持续时间长，可以为己方编队的突防、攻击和撤退等整个军事行动提供保护。




随队支援干扰场景

（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

suiji cunqu cunchuqi

**随机存取存储器** random access memory (RAM) 指运行时可以按给定的地址码随意对相应的存储单元写入或读出数据的半导体存储器，也称随机存储器、读写存储器。通常RAM所存的数据存在易失性。RAM芯片应具备的基本功能部件包含存储单元矩阵、地址译码器和输入/输出控制电路等，结构框图如图所示。RAM的制造工艺有双极型和MOS型两大类，MOS工艺是主流技术。RAM按工作方式的不同可分为静态RAM和动态RAM。RAM的主要技术指标是存储容量、存储周期、读出时间等，其最显著优点是读写方便、使用灵活，普遍用于构成计算机的主存储器、高速缓冲存储器等。此外还以RAM为核心单元与专用控制电路集成在一起构成专用存储器，以满足特殊应用的需要。




RAM电路的结构框图

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

suiji jihua ganrao

**随机极化干扰** random polarization jamming 用非相关噪声调制两个同频工作的干扰发射机的载波，以正交极化方式向同一天线馈电所形成的一种电子干扰。单一固定极化干扰由于有干扰信号与雷达天线之间的极化匹配问题，导致干扰功率的极化“稀释”，使干扰效果下降。如果干扰信号极化方向与雷达主天线极化方向正交，就会产生很大的极化损耗，因此雷达常采用变极化作为抗干扰措施。而随机极化干扰技术则是对付采用变极化抗干扰措施的雷达的有效手段，以正交极化方式同时辐射干扰信号，能保证干扰能量进入任何极化的雷达天线。（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

suiji wakong ganrao

**随机挖空干扰** random square-wave jamming 干扰信号的调制包络为随机方波的一种角度干扰方法。随机挖空干扰是

对付隐蔽扫描跟踪雷达的一种角度欺骗干扰方法。它采用其他手段获取粗略的扫描频率，对发射的干扰信号进行开关调制。即发射重复周期与雷达隐蔽扫描周期相近的干扰脉冲组。雷达在收到这种干扰信号后，其跟踪天线会处在不停摇摆的状态，无法对目标进行稳定跟踪。

（撰写：王 燕 审订：索以宾）

suijixing jianyan

**随机性检验** randomness test 利用数理统计的方法，对一个给定的序列进行随机性统计，并依据给定的标准，判定该序列是否通过检验。满足随机性和不可预测性是对密钥和密码序列的最基本要求。在序列密码体制中，每一次加密一段明文，仅用到周期序列的某一段，密钥也仅仅取自随机数（或序列）的一部分。因此，对某一段样本序列进行随机性检验具有更实际的意义。这种随机性叫做局部随机性，对应的检验叫做局部随机性检验。通常进行五项随机性检验：(1) 频数检验；(2) 序列检验；(3) 扑克检验；(4) 游程检验；(5)自相关检验。频数检验是统计样本序列中“0”和“1”的数目；序列检验是检查样本序列的转移概率的合理性，即统计“00”、“01”、“10”和“11”的数目；扑克检验是将样本序列分成大小为 $m$（$1<m<n$，$n$ 为样本序列的长度）的分组，然后计算序列中长度为 $m$ 的每一类分组的频数。通常采用 $\chi^2$ 检验进行上述三项检验，通过标准（或置信度）为 $(100-\alpha)\%$，其中 $\alpha$ 叫做显著性水平。对“0”、“1”序列可直接定义非周期“自相关函数”，并用标准的假设检验技术对样本序列的自相关函数的期望值进行统计和判决。游程是一串其前导和后继都与之不同的序列元素。例如在 0111001 中，有一个“0”的 1 游程，一个“1”的 3 游程，一个“0”的 2 游程和一个“1”的 1 游程。游程检验就是统计各种游程的数目，并判决它们是否通过标准的假设。“通过局部随机性检验”只是该序列可作为密码用途的必要条件而不是充分条件。

（撰写：林望重 审订：穆良知）

sunhao celiang

**损耗测量** loss measurement 测量网络对信号功率衰减的程度。损耗定义为网络从匹配信号源取得的功率与输出端负载匹配时负载获得的功率之比。包括网络吸收损耗和反射损耗

$$\text{损耗} = 10\lg[1/S_{21}^2]$$
$$= 10\lg[1-S_{11}^2]/S_{21} + 10\lg 1/[1-S_{11}^2]$$

式中 $S_{11}$ 为反射系数；$S_{21}$ 为反向电压传输系数。式中第一项为网络的吸收损耗，第二项为网络的反射损耗。对于不同性质的微波网络有不同的要求，如衰减器主要由内部吸收损耗所引起，而对于滤波器，其构成的元件要求损耗量尽量减小，它的阻带衰减主要由反射损耗所引起。损耗的测量主要是先测得 $S_{11}$ 和 $S_{21}$，即可求得网络的损耗。

（撰写：李为民 审订：陈光禡）

suoxu daohang xingneng

**所需导航性能** required navigation performance (RNP) CNS / ATM 系统中的一种概念，它用所需要的导航性能来划分空域，在不同的空域中飞行的飞机，其导航性能必须满足相应的导航要求。国际民航组织 (ICAO) 提出 RNP 的概念，是为了避免对飞机配备何种导航设备作出规定。这是因为由于技术发展，越来越多的导航设备能够满足各区域的导航要求，如果每种设备都要由 ICAO 审核和批准，将不利于导航装备的发展。ICAO 已经定义了 4 种 RNP。RNP 1 适用于在机场和管制航路间的过渡区，那里需要高效的飞行运行和空域管理。RNP 4 支持离导航台 185 km 以内的管制航路与空域。RNP 12.6 支持导航设施等级较低的区域，包括陆上和海洋区域。RNP 20 支持航路运行的最低能力，一般指海洋空域。ICAO 还在继续研究与制定其他种类的 RNP。

（撰写：邱致和 审订：丁 群）

suocunqi

**锁存器** latch 在有些计算机中，中央处理机内的信息传输都通过数据总线，构成各寄存器之间的闭环数据通路．总线上利用自锁电路将信息锁定，并暂存信息的电路。它具有记忆或存储二进制触发脉冲信息的功能，有 R–S 锁存器和 D 型锁存器两种基本形式。总线上采用锁存器，可简化设计，提高可靠性，此外，还兼有“与或非”功能，可以减少通路级数。

（撰写：景佩苏 审订：金毓铨）

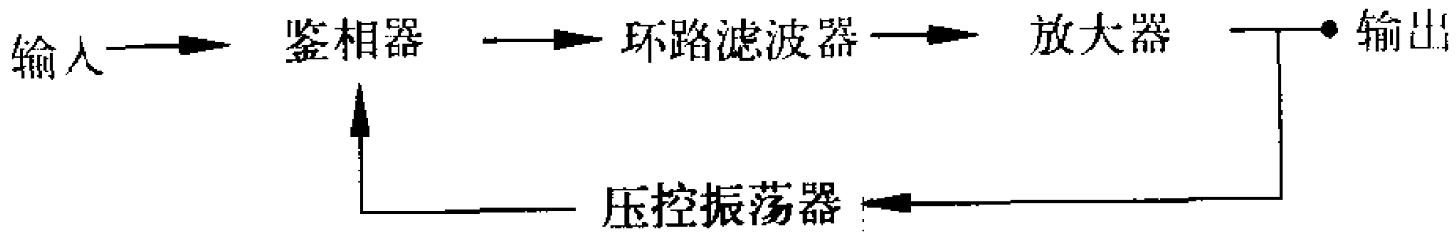
suomo jishu

**锁模技术** mode-locking technique 锁定激光腔内同时独立振荡的多个纵模之间的相位关系的技术。锁模使各模的输出相干叠加，形成脉冲宽度极窄、峰值功率极高的激光输出。锁模的主要方法有自锁模、主动锁模和被动锁模，其中主动锁模又分为振幅调制锁模和相位调制锁模。锁模技术能使激光脉冲宽度达到皮秒甚至飞秒量级。采用锁模技术加上多级放大，可以获得吉瓦、太瓦甚至更高的峰值功率。锁模激光器应用甚广，在受控核聚变、等离子体物理学、生物学、高速摄影、光通信、光雷达、光谱学、全息学及非线性光学等许多领域都有重要的应用，它对于研究超高速现象及探索微观世界的规律有重大意义。

（撰写：刘兴新 审订：梅遂生）

suoxianghuan dianlu

**锁相环电路** phase locked loop (PLL) 一种自动相位控制电路，具有对外来信号实现自动无误差的频率跟踪功能。锁相环电路一般由鉴相器、环路低通滤波器、压控振荡器三个基本部分组成，构成一个负反馈环（见图）。其工作原理是由




锁相器原理框图

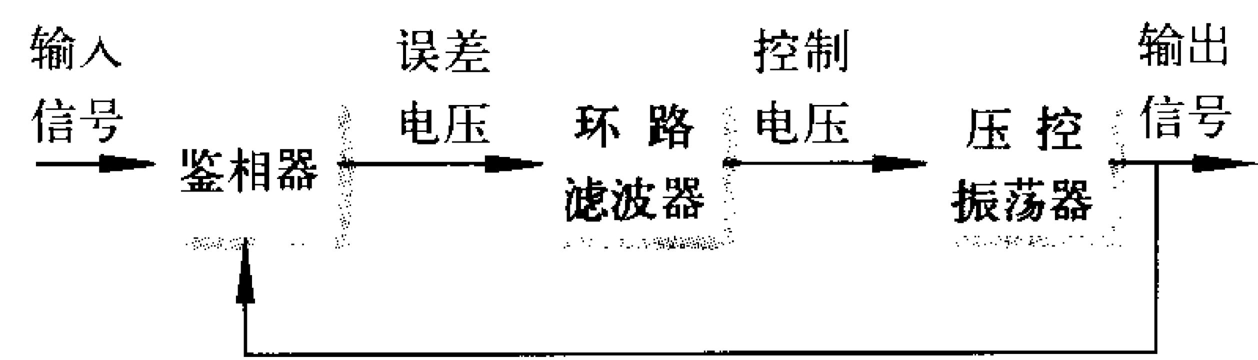
鉴相器比较输入信号与压控振荡器信号之间的相位差并提供一个误差电压，误差电压经滤波器后再控制压控振荡器的频率，如此反复循环使压控振荡器的振荡频率锁定在输入信号频率上，从而实现频率跟踪。按电路结构分为模拟锁相环和数字锁相环两大类；按其用途可分为通用型和专用型两种。锁相技术是一种很有效的信号处理技术，锁相环经常被用来设计各种性能优良的频率变换电路，例如锁相解调电路、锁相接收机、锁相倍频和锁相混频电路、锁相频率合成器等，在雷达、通信、遥测等领域应用广泛。

（撰写：莫火石 审订：林金庭）

suoxiang jishu

**锁相技术** phaselock technique 锁相是相位锁定的简称，

是使被控振荡器的相位受外来信号的控制，使之与外来信号同步，或随外来信号的相位变化而变化的技术。实现锁相的主要方法是应用锁相环路。与此有关的技术统称为锁相技术。锁相环路是一个相位负回授的闭合环路，由鉴相器、环路滤波器和压控振荡器组成，如图所示。锁相技术在电视接收机的行同步上大量应用，之后在卫星、火箭等运动平台的跟踪系统中得到了发展，目前已广泛应用于通信、仪表和空间遥测等方面，如振荡源的稳定和提纯、倍频、分频和移频、角调制信号的调制和解调、数字信号的同步等。



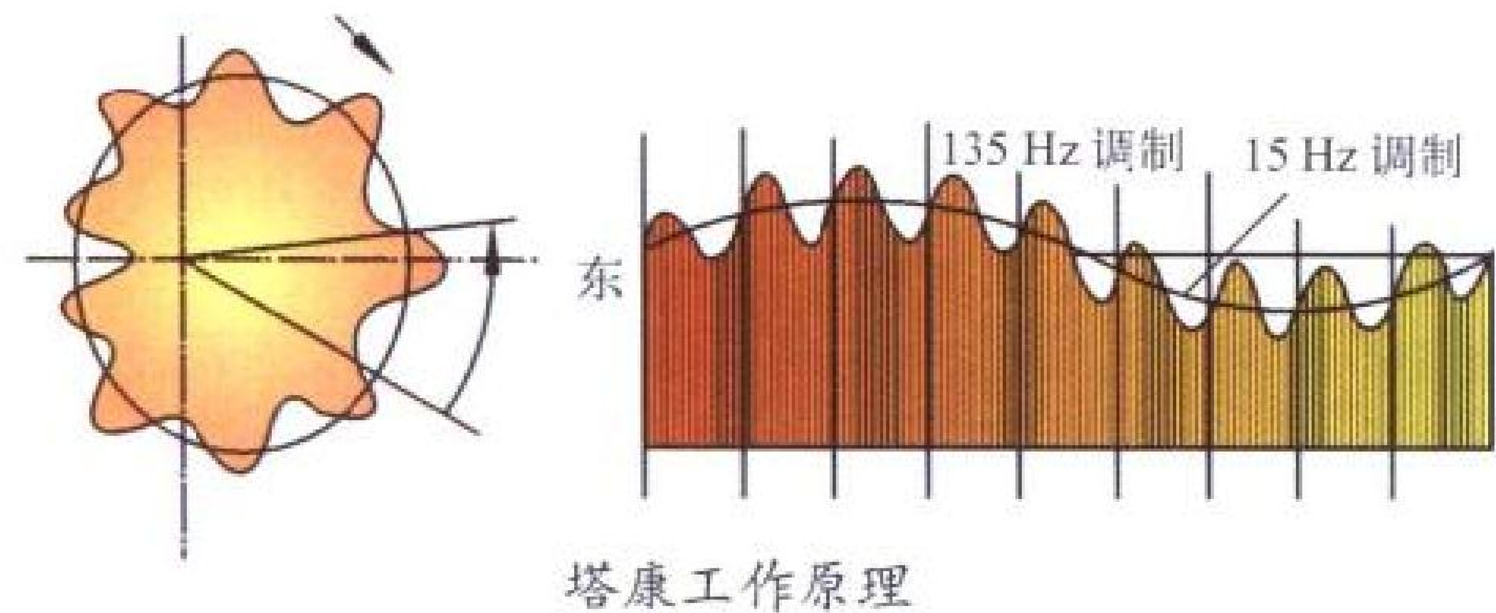

锁相环路框图

（撰写：王莺　审订：蒋怡）



takang yu futake

**塔康与伏塔克** tactical air navigation (TACAN) and VORTAC 塔康是战术空中导航系统的简称，是为军用飞机同时提供相对于地面台方位和距离的无线电导航系统，于 1955 年研制成功，现在世界大多数国家广泛用作空军和海军航空兵的导航。塔康系统由地面（舰载）台和机载设备组成，工作频段和脉冲体制与测距器相同。其测距部分的原理、可接纳的飞机容量和覆盖范围均与测距器完全一样，而其方位测量部分则与伏尔有很大差异。塔康地面台天线的辐射场形是一个带有 9 个小瓣的心脏形，以每秒 15 周的速率顺时针旋转，这样，空间收到的地面台信号为包络受到 15 Hz 和 135 Hz 调制的脉冲序列，如图所示。每当心脏形方向图的瓣尖和小瓣瓣尖转



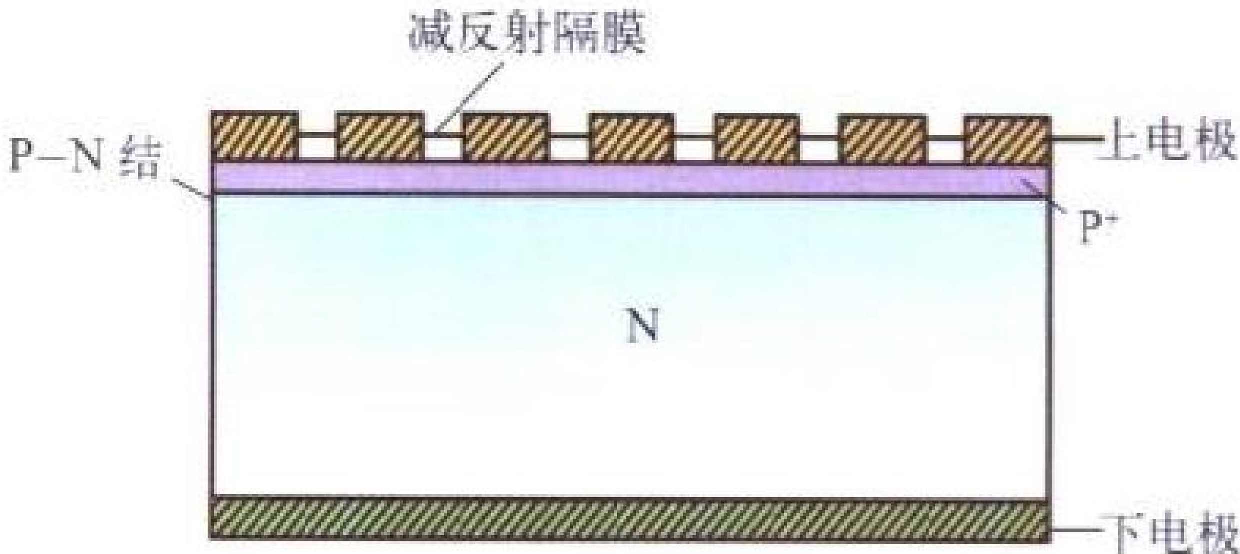

塔康工作原理

到对准东方时，地面台分别发出指北基准脉冲群和辅助基准脉冲群。以这些脉冲群为基准，可测出 15 Hz 和 135 Hz 包络的相位，而这个相位是与飞机所处的相对于地面台的方位角相对应的，其中 15 Hz 包络的相位对应着飞机在 360° 内的方位，135 Hz 对应 40° 范围的方位，即前者为方位粗测，后者为精测。塔康由于地面台天线比伏尔小，适于机动和装舰。其精度指标为方位 $\pm 2.5°$ $(2\sigma)$，测距误差与测距器相同。伏塔克 (VORTAC) 是把伏尔地面台与塔康地面台安装在一起构成的，由于塔康的测距部分与测距器完全相同，这样既可为装备 VOR/DME 机载设备的民用飞机服务，又可为装备塔康机载设备的军用飞机提供方位与距离信息。

（撰写：邱致和 审订：丁 群）

taiyang dianchi

**太阳电池** solar cell 又称光伏器件，把太阳能直接转变为电能的装置。太阳电池种类繁多，制造工艺多种多样。下面以单晶硅太阳电池为例，简略说明太阳电池的制作方法和工作原理。在 N 型硅单晶基体（通常称为硅片）表面用扩散等方法渗进一薄层硼，形成 $P^+$/N 型 P–N 结，或在 P 型硅单晶基体表面渗进一薄层磷，形成 $N^+$/P 型 P–N 结，在硅片未掺杂一面镀上金属下电极，在硅片掺杂一面镀上金属上电极，再蒸镀一层或多层由氧化物材料构成的减反射膜即形成常规的太阳电池。当太阳光照射到上电极一面时，两电极间就产生电动势。如果在两电极间接入负载，回路中便有电流流过。目前除了硅单晶外，多晶硅、非晶硅材料和Ⅲ–Ⅴ族、Ⅱ–Ⅵ族化合物半导体材料等均可作为太阳电池的基体材料。太阳电池在地面和空间有着广泛应用。太阳电池的主要参数有短路电流 ($I_{sc}$)、开路电压 ($V_{oc}$)、填充因子 (FF) 和光电转换效率 ($\eta$)。$P^+$/N 型太阳电池的结构如图所示。




$P^+$/N 型太阳电池结构示意图

（撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩）

taiyang dianchi de fu'an texing quxian

**太阳电池的伏安特性曲线** I-V characteristics of solar cell 描述太阳电池在不同工作状态下输出电压与电流之间相互关系的特征曲线。典型的太阳电池伏安特性曲线如图所示。图中纵坐标为电流，横坐标为电压；$P_m$ 为最大工作点功率；$I_m$ 为最大工作点电流；$V_m$ 为最大工作点电压。当太阳电池短路时 $V=0$，此时的输出电流为短路电流，$I=I_{sc}$；当太阳电池开路时 $I=0$，此时的输出电压为开路电压，$V=V_{oc}$；当太阳电池工作在 $I_m$、$V_m$ 状态时，输出功率最大，以 $P_m$（相当于图中标示的阴影部分面积最大）表示，其值可由下式计算得出

太阳电池的伏安特性曲线图

$$P_m = I_m \times V_m$$

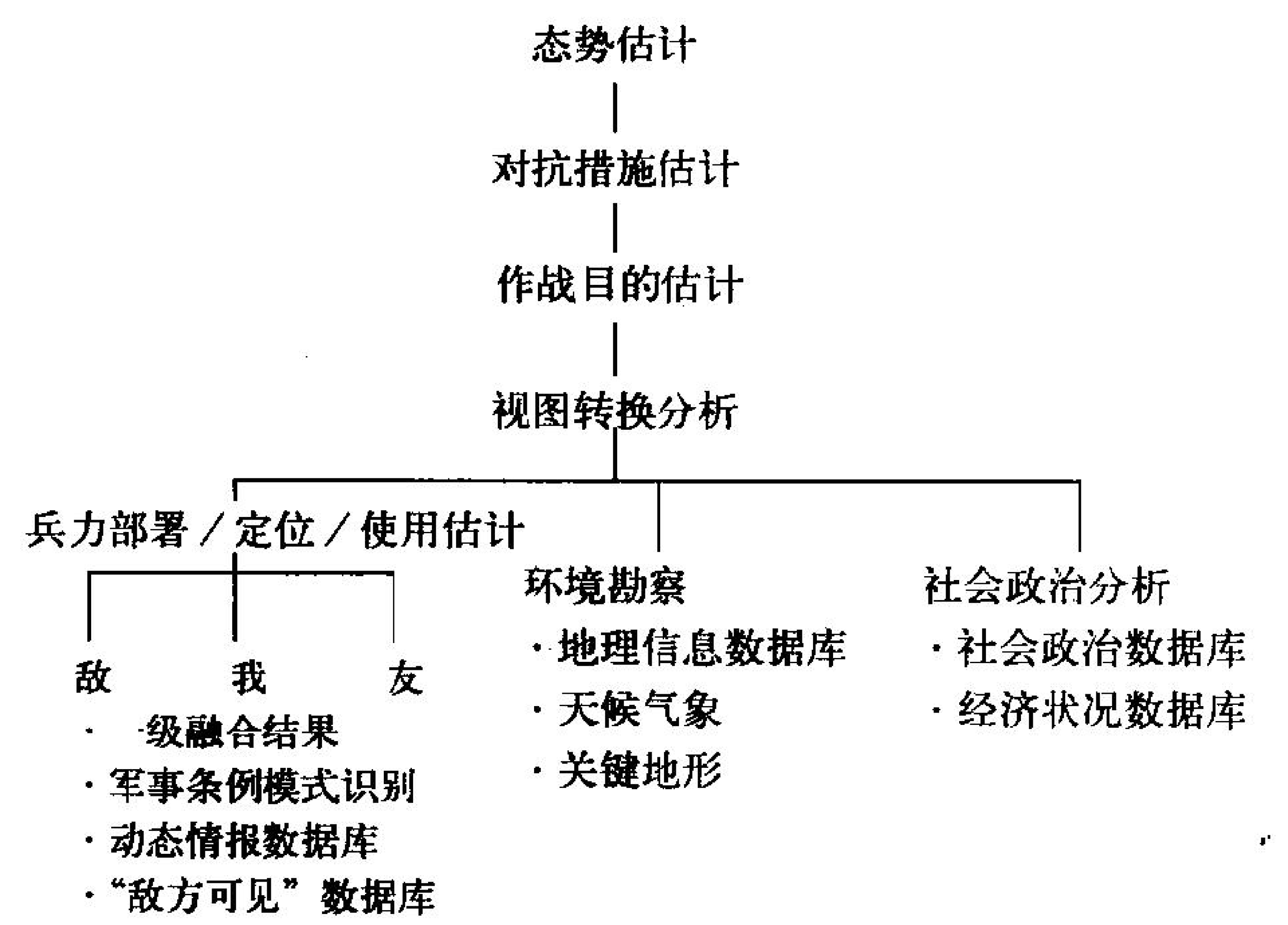
太阳电池在应用中，应尽量使其工作在这一状态。从太阳电池的伏安特性曲线上，即可判知其输出电功率的大小。一般说来，$I_{sc}$、$V_{oc}$、$I_m$、$V_m$ 越大，太阳电池输出电功率越大。

（撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩）

taishi guji

**态势估计** situation assessment 属于数据融合军事应用的第二级，其内涵是依据一级数据融合所提供的各个（类）战场目标的状态估计与属性/身份识别结论信息，再考虑己方战场兵力状态和战场环境信息，估计当前战场形势对己（敌）方达到预计战役战术目标是否有利，有利程度或有哪些有利/不利条件，为威胁估计并进一步为指挥员兵力部署/调整、确定作战方案提供依据。一级数据融合给出的是各个战场目标的估计结果，而态势估计是对整个战场空间进行的，因此态势估计要考虑所有可能的战场态势要素，通过对态势要素的估计和预测生成整个战场态势估计结果。态势要素是一个

分层结构，包括敌、我、友方兵力部署/定位/使用要素、战场环境要素、社会政治要素，还包括对抗措施要素。其中对抗措施要素指双方所采取的对抗方针、办法和正在(即将)进行对抗活动的时间、地点、兵力、作战目的等。态势估计处理的是正在发生的以及已经发生正在进行的事件或活动，重




态势估计功能结构图

点是当前关心的战术领域的敌我(尤其是敌方)行为样式。态势估计也是分层进行的，对下一层各态势要素的估计结果进行综合估计以生成上一层次的综合态势。态势估计功能结构如图所示。其中视图转换分析指对下一层次三方面的态势要素估计结果所生成的敌、我兵力部署与使用视图(蓝色视图、红色视图)和战场环境视图(白色视图)进行融合。"敌方可见"数据库存储尽可能收集和侦察到的敌参战兵力的信息，包含作战计划、训练水平、演习数据和作战特点等。一般说来，态势估计是对分层假设的描述和估计，每个态势的备选假设有一个不确定性关联值，而态势估计的最优性通过形成最小不确定性假设获得。态势估计的结果一般以定性方式描述。从技术上看，态势估计的实现方法包括机遇求解法、视图变换法和伪装隐蔽与欺骗识别技术等，参见威胁估计。

（撰写：赵宗贵　审订：耿春仁）

tanshe ganrao

**弹射干扰**　bounce jamming　一种利用地面(或海面)反射干扰信号对抗角跟踪雷达的干扰技术。安装在干扰平台上的干扰机向地面(或海面)发射干扰信号(见图1、图2)，干扰波束

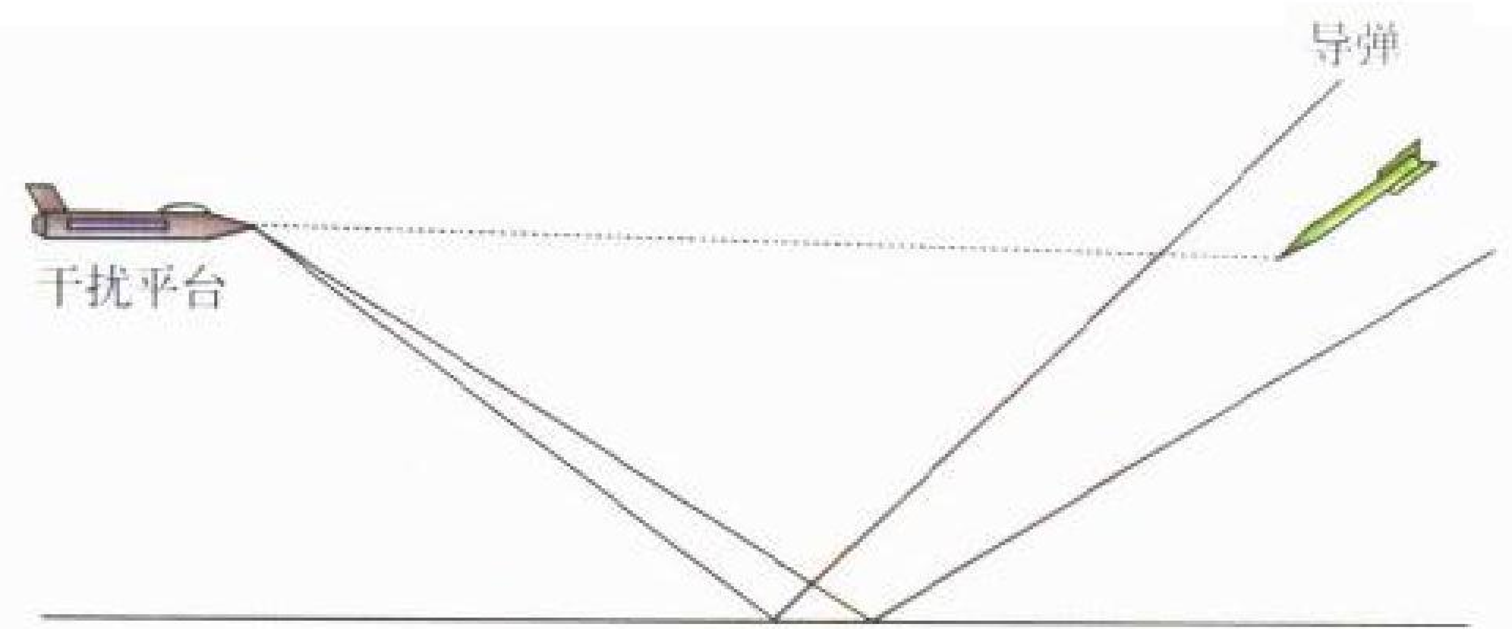



图1　飞机对导弹的弹射干扰

就会从地面(或海面)向跟踪雷达反射，从而影响跟踪雷达的角度跟踪。弹射干扰特别适用于干扰单脉冲雷达。因为直达干扰信号总是领先于地面(或海面)反射信号，因此采用这种技术的基本要求是：从干扰机向跟踪雷达无意辐射的信号和干扰平台的雷达回波必须远低于弹射的干扰信号，否则跟踪雷达将跟踪直达信号和目标回波，尤其是对地(海)面雷达的弹射干扰，由于干扰信号从雷达旁瓣进入，需要更大的干信比。弹射干扰技术应用较多的场合是低空飞行器对抗导弹的

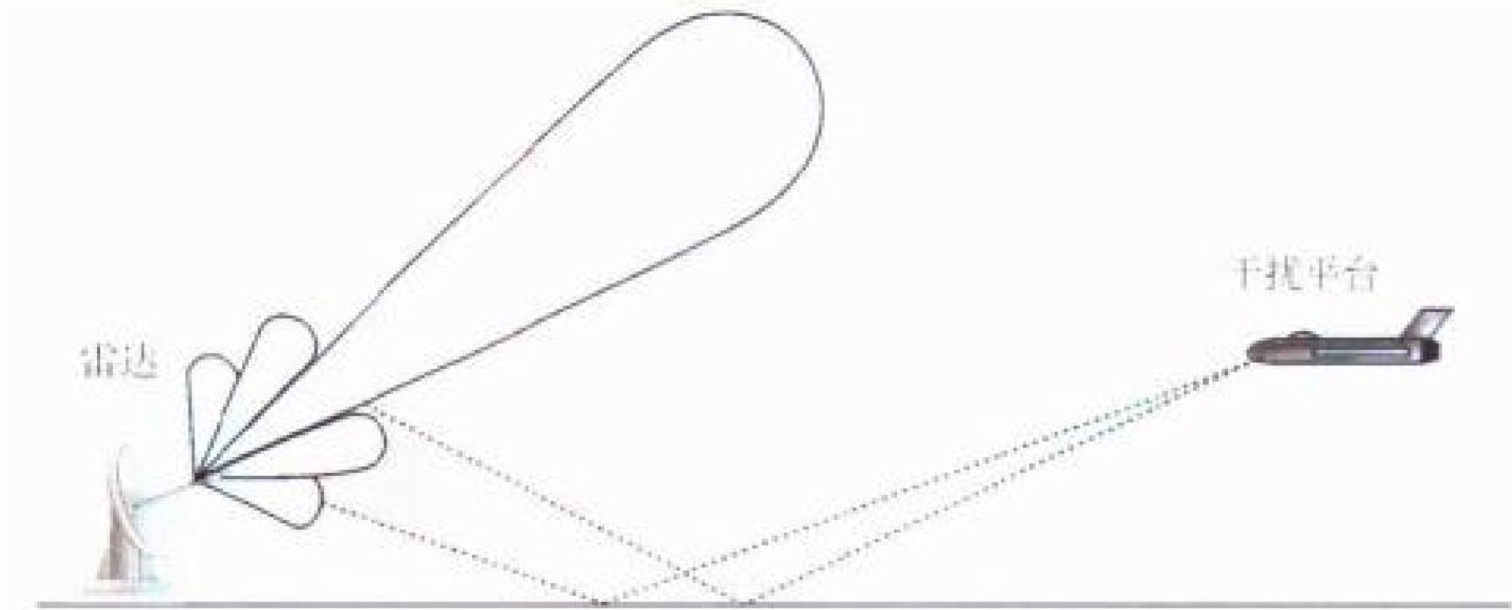



图2　飞机对地(海)面雷达的弹射干扰

攻击，此时导弹是下视的，容易进入反射波束。而且，低空飞行器易于实现地面(或海面)反射大功率干扰信号，同时又使己方的雷达回波尽量小。（撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

tanhuagui dianli dianzi qijian

**碳化硅电力电子器件**　silicon carbide (SiC) power device　用SiC材料及工艺技术制造的用于电力电源转换的半导体器件。SiC是宽禁带(2.9～3.2eV)半导体材料，通常又称高温半导体。器件工作温度可达600℃或更高，它的击穿电场高达$4\times10^6$ V/cm，热导率为4.9W/(cm·K)，因此是发展新一代电力电子器件的理想材料。近年来基于材料技术和器件工艺技术的发展，SiC电力电子器件的研制开发取得很大进展。目前研制成功的SiC电力电子器件的主要种类有二极管整流器、金属氧化物半导体场效应管(MOSFET)、静电感应晶体管(SIT)、晶闸管(GTO)和绝缘栅双极晶体管(IGBT)等。PiN管整流器和横向功率MOSFET的阻断电压分别已达5900 V和2600 V。其中部分器件已进入实用阶段。SiC电力电子器件将会在高压、大电流和耐高温的电力变换系统中起重大作用，其发展前景十分广阔。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

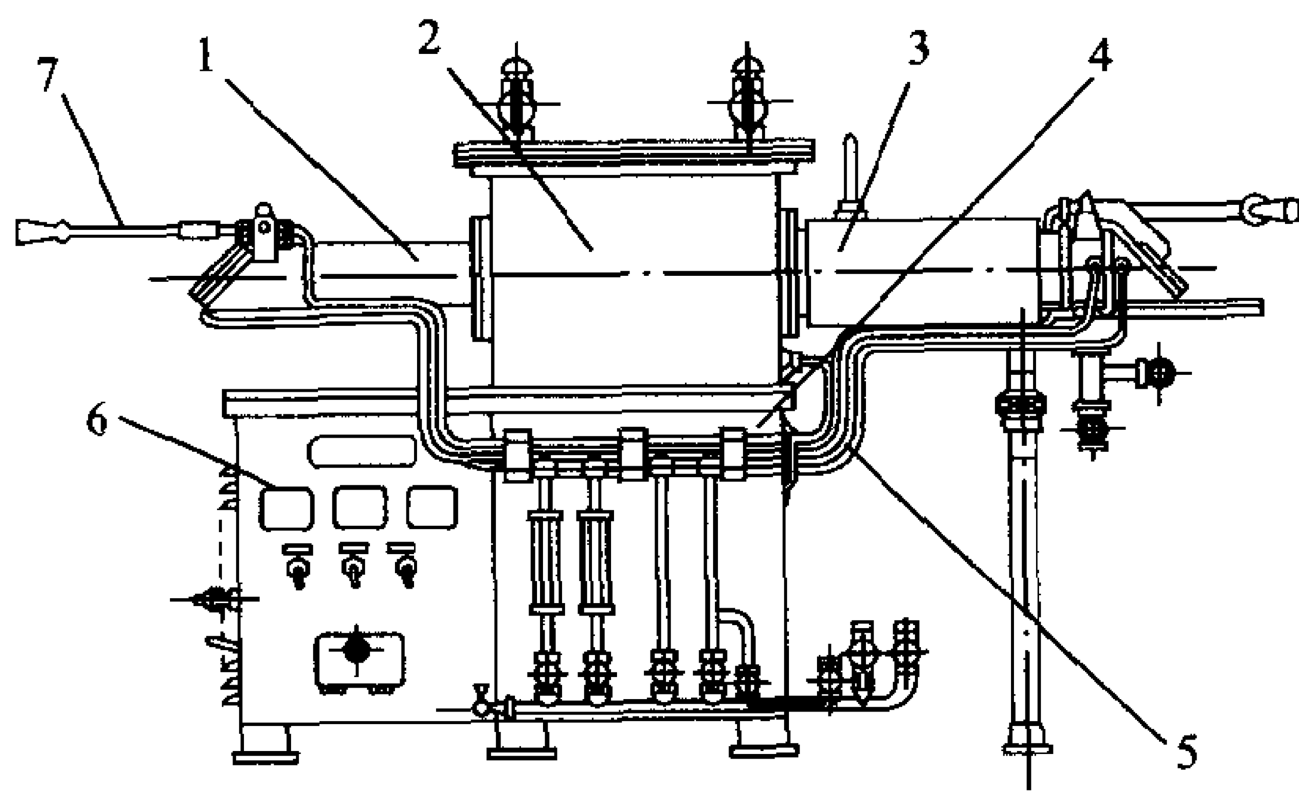
tanhuagui weibo gonglü qijian

**碳化硅微波功率器件**　silicon carbide (SiC) microwave power device　采用SiC半导体材料及其工艺技术制造的微波功率器件。SiC具有优异的材料性能：(1)禁带宽度宽(4 H–SiC为3.2 eV)，器件最高结温达到600℃，器件抗辐照性能非常好；(2)击穿电场高达$4\times10^6$ V/cm，可提高器件对高电压大电流的适应能力；(3)介电常数小以及电子饱和速度高达$2.5\times10^7$ cm/s，适合制作微波器件；(4)导热率高达4.9 W/(cm·K)，为Si的3倍，有利于提高器件的功率密度。因此SiC是制作大功率、耐高温、抗辐射的微波功率器件的新一代材料。已研制开发成功的SiC微波功率器件有：静电感应晶体管(SIT)、金属半导体场效应管(MESFET)以及用SiC作衬底的GaN/AlGaN高电子迁移率晶体管(HEMT)等。其中SiC MESFET器件在S波段的单管连续波输出功率已达到100 W，而3 GHz 53 W的SiC MESFET产品达到了可接受的价格，已投放市场。SiC微波功率器件应用于雷达、通信等系统可以增大作用距离、改善性能及省去冷却装置从而减小系统体积。目前正在研制直径150 mm的SiC单晶，以及致力于提高器件输出功率、改进工艺等，SiC高温集成电路的研究开发工作也在加速进行之中。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

taoci jinshuhua gongyi

**陶瓷金属化工艺** ceramic metallizing technology 在陶瓷表面上形成一层金属膜的工艺。根据成膜厚度，可分成薄膜金属化（小于 1 μm）和厚膜金属化（大于 1 μm）。薄膜金属化通常采用真空蒸发、磁控溅射和离子镀等；厚膜金属化通常采用活化 Mo–Mn 法烧结、浆料烧渗和化学镀等。在现代电子工业中，陶瓷金属化的技术应用广泛，如真空电子器件的输入、输出窗，管壳的密封，微电子器件管壳封装，电




陶瓷金属化用卧式氢气炉

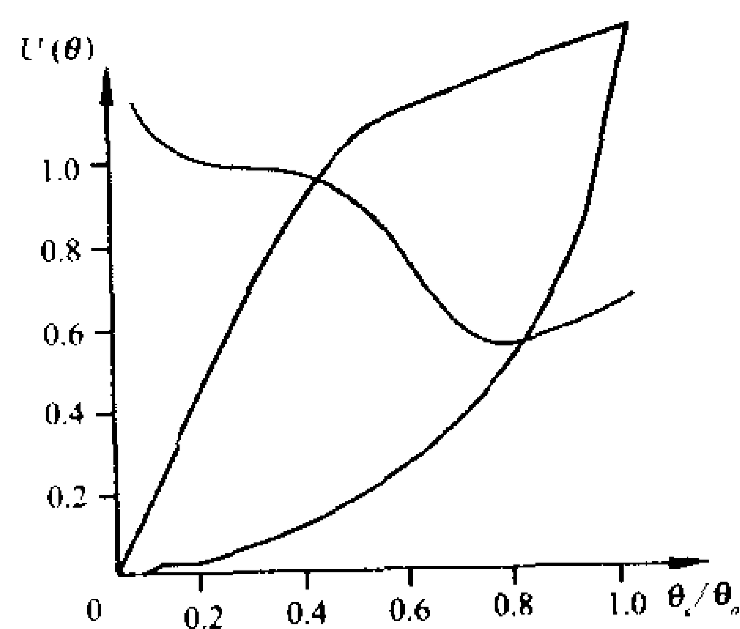
1—送料管；2—炉体；3—出料管；4—支架；5—气体管道；6—控制仪表；7—把手

容、电阻、电感器的内、外电极以及各种元器件的引入（出）线等。SMT 于 20 世纪 80 年代后期在全世界兴起，带动了电子元件片式化及其表面金属化的高速发展，从而使 Ag、Pd、Ni 等浆料烧渗金属化技术得到了广泛的应用。活化 Mo–Mn 烧结法又称德律风根法、高温法，它是以 Mo 粉为基体并引入 MnO、$Al_2O_3$、$SiO_2$ 等氧化物，经混合和形成膏剂后，手涂或丝网印刷于陶瓷表面上，再经氢气氛高温（1400～1500 ℃）烧结而成。封接后，由于其强度高（$\sigma_b$约为 1000 kg/cm²），气密性好（$Q \leqslant 10^{-11}$ Pa · m³/s），加之适应于连续规模化生产，因而在世界范围内得到最广泛的应用。如图所示为常用陶瓷金属化用卧式氢气炉。

（撰写：高陇桥　审订：廖复疆）

tezhong hanshu xuanzhuan bianyaqi

**特种函数旋转变压器** special function rotating transformer 一种交流信号电机。其输出电压信号的大小与机械转角成特定的函数关系（见图），常用的有正割函数、倒数函数、弹道修正函数和对数函数等。它在系统中一般作为校正和补偿元件，以提高系统精度。主要用于火炮、深弹模拟指挥仪中，补偿各种环境因素引起的误差，如水的阻力等。




特种函数旋转变压器输出电压信号与转角的关系

U—输出电压；θ—机械转角

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

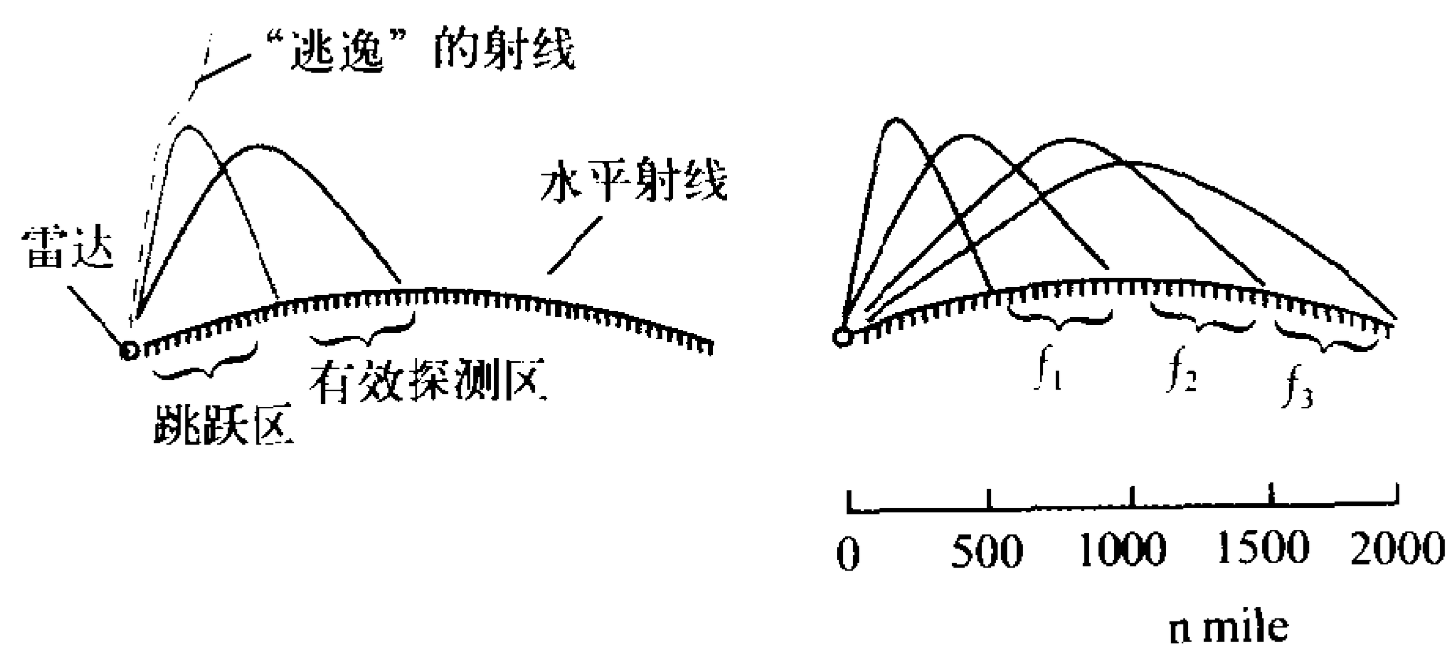
tihuayin tanceqi

**锑化铟探测器** InSb detector 用 InSb 单晶材料作光敏元的红外探测器。它包括 80 K 温度下工作的 InSb 光伏中波红外探测器、超低温下工作的热电子测辐射热计以及室温下工作的光电导探测器和光磁电探测器。其中中波红外 InSb 光伏探测器是最常用的红外探测器品种之一，其材料均匀性好、器件量子效率高、性能稳定可靠、成品率高，可制成大型焦平面阵列。其军事应用范围广阔（参见红外探测器）。

（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

tianbo chaoshiju leida

**天波超视距雷达** sky-wave over the horizon radar 工作于短波波段，即高频（HF）波段的、辐射和接收的电磁波都是利用电离层折射后再返回地面的信道进行传播的雷达。天波超视距雷达有经电离层前向散射和经电离层后向散射两种类型。前向散射天波超视距雷达，因需在国外布站，应用受限制。一般所称的天波超视距雷达，指的是后向散射型，其辐射的电磁波，经过电离层折射再返回地球方向需监视的空域。目标后向散射的回波也沿着大体相同的路径传播返回雷达接收天线。所监视的空域，取决于电离层的实时状态、当时雷达选用的工作频率等因素。此类雷达主要利用距地面高度约为 200～300 km 的 F 层电离层的折射来实现远距离探测。可探测电离层以下全部高度的目标，探测距离可达 3000～4000 km。距雷达的近距离处有约 1000 km 雷达不能探测的盲区，如图所示。天波超视距雷达所以能远距离探




超视距天波的传播

测，除了辐射上百千瓦至兆瓦的大平均功率信号外，还要采用水平口径长达数百米至数千米的巨型相位扫描天线，并利用目标在散射谐振区增大的雷达截面积。天波超视距雷达一般采用调频或调相的长脉冲信号或调频连续波信号，典型的发射信号带宽为 10 kHz，最宽可达约 100 kHz。由于电离层的影响，距离测量的绝对精度约10～20 km，相对精度约 2～4 km；测角精度为几分之一度。电离层变化和出现反常的 E 层、雷电及工业噪声、地球表面的散射等环境因素都对雷达性能有严重影响。为了保证雷达正常工作，需实时测定传播环境，对雷达参数进行实时管理。太阳活动引发的电离层突发性扰动、磁暴等反常现象，都会影响天波超视距雷达在时间上的利用率，在低于 50°～60° 的中纬度地区，可利用率　约为 85%～95%，低于常规雷达。高纬度地区则更差。军用方面，可探测飞机、舰艇、弹道导弹发射段的喷焰、巡航导弹、轨道低于电离层的人造卫星等。民用方面，可用于空中交通管理、监视违法飞行、飞机坠毁地定位、根据对海浪杂波的频谱分析进行超视距的海情和风态测量等。

（撰写：黄为倬　审订：张光义）

tianwen daohang

**天文导航** celestial navigation 通过观测星体来确定飞行器及船舶位置的导航方法。人们最早根据看来相对固定的恒星位置和可预测的地球运动，使恒星成为一种导航的测量源。站在北半球的观察者，若以地平线作为当地水平基准，便能

通过北斗星的高度估计出其所在的地球纬度。事实上，古代的航海者就是用这个方法进行导航的。在估计纬度和经度时，除需要当地水平基准外，还需精确知道时间(年、月、日和时刻)以及表示恒星位置的星历。最初，越洋飞机上的领航员，是利用带气泡校准水平的六分仪以手动方式测量恒星相对于当地垂线的角度的。这个角度称为视角。利用两颗或更多颗恒星的视角以及恒星星历和精确的时间，领航员就能够推算出他所在的经度和纬度。这就是所谓的天体定位或恒星定位法。尽管古代的航海家早就利用天空中的星体作为导航手段，但直到20世纪70年代，才把这种不需陆岸设备、高精度、自主式的天文导航系统用于民航的越洋飞机上。这与惯性/天文组合系统的问世密切相关。自60年代以来，已陆续研制出一些高精度惯性/天文组合导航系统，这些系统具有不怕电磁干扰和在白天和夜晚都能跟踪恒星的能力。目前美国的SR−71和U−2侦察机以及B−2和B−52轰炸机都装有惯性/天文组合导航系统。（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

tianxian

**天线** antenna　导波和空间波的变换装置，是无线电设备中辐射或(和)接收电磁波的部件。无线电通信、广播、电视、雷达、导航、电子对抗、遥感、射电天文等系统工程，凡是利用电磁波来传递信息的，都依靠天线来进行工作。此外，在用电磁波传送能量方面，非信号的能量辐射也需要天线。天线有两种基本类型：一种是接收天线，把入射的空间电磁波变换成高频导波或时变电流，再经传输线导送到接收机；另一种是发射天线，它把从发射机输出并经传输线送来的高频功率变换成辐射到空间的电磁波。一般天线都具有可逆性，即同一副天线既可用作发射天线，也可用作接收天线，如脉冲雷达天线就是这类天线。为了适应各种不同的需要，人们设计和研制出各种类型的天线：⑴按工作性质可分为发射天线和接收机天线；⑵按用途可分为通信天线、广播天线、电视天线、雷达天线等；⑶按工作波长可分为超长波天线、长波天线、中波天线、短波天线、超短波天线、微波天线和毫米波天线等；⑷按结构形式和工作原理可分为线天线和面天线等。任何一种形式的天线并不专属于某一类，而常常兼属几类。工程上常用以下的一些参量来表征天线用作发射或接收的特性，它们是方向图、方向性系数、主瓣宽度、副瓣电平、差波瓣斜率、零值深度、增益、极化、频带宽度、驻波比、输入阻抗、辐射效率和噪声温度等。

最早的发射天线是H.R.赫兹在1887年为了验证J.C.麦克斯韦根据电磁场理论作出的关于存在电磁波的预言而设计的。G.马可尼在1897年第一个采用大型天线实现远洋通信，这是人类真正付之实用的第一副天线。天线的发展大致分为五个时期：⑴早期的线天线时期。⑵30年代的面天线时期。⑶从第二次世界大战结束到50年代末期，建立了大型反射面天线。1957年美国研制成功第一部靶场精密跟踪测量雷达AN/FPS−16，随后各种单脉冲天线相继问世，同时频扫天线也投入应用，还出现了等角螺旋天线、对数周期天线等宽频带或超宽频带天线。⑷60～70年代，出现了卡塞格伦天线和相控阵天线。⑸80年代以来，天线技术又获得了飞速发展，出现了共形阵天线、自适应天线和智能天线等。（撰写：赵玉洁　审订：束咸荣）

tianxian fangxiangtu

**天线方向图** antenna pattern　又称辐射方向图、天线波瓣图。是天线辐射特性与空间坐标关系的图形表示。通常是指天线辐射的功率(电压)增益(无量纲)在远区的固定距离上，随空间角坐标分布的立体图形。习惯上按最大值归一，以分贝表示。可以用等高线和三维图来描绘，也可以用若干个平面内的波瓣图来表示。在线极化情况下，选用的平面与电场(磁场)极化平行的称为E面(H面)波瓣图。架设于地面上的天线，选用的平面与大地水平面平行(垂直)的称为水平面(垂直面)波瓣图。若要说明天线辐射的相位特性和极化特性，相应的还有相位波瓣图和极化波瓣图。在非远区上绘制的方向图，称为近区波瓣图，用以研究天线在特定区域内的电磁特性。（撰写：孙茂友　审订：林守远）

tianxian kaiguanguan

**天线开关管** transmit-receive switch　利用微波气体放电的等离子体使高频能量通过或反射，实现雷达系统天线的快速收发转换的微波气体放电器件。在雷达发射期间，使发射机发射的信号通过天线发射出去；在雷达接收期间，使天线接收的信号送到接收机。其外壳为一段标准波导，两端各用一个谐振窗密封，输入窗接天线馈线，输出窗接接收机。内置两个基本电极和一个点火极。点火极可用放射性材料氚或 $^{63}$Ni 代替。按连接方式有同轴型、波导型和插入型三种。按工作频率有窄频带和宽频带之分。窄频带管对快速变频的抗



微波天线开关管

干扰雷达不适用。宽频带管又称高品质因素管，应用很广泛。用于雷达系统发射期间保护接收机免遭发射机发射的高功率信号影响的称为保护天线开关管，即TR管或双TR管。位于TR管前面使TR管免受强大入射功率影响的称为前置保护天线开关管，即PTR管。在TR管后面接有限幅器的级联结构称TRL限幅器或TRL管。在雷达系统接收期间使发射机阻塞，将需要接收的信号引向接收机，而在发射期间又使接收机阻塞，将发射信号通过天线发射出去的称为阻塞天线开关管，即ATR管。管内为真空状态下工作的天线开关管称为二次电子倍增限幅器。

（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

tianxian texing canshu

**天线特性参数** antenna parameters　天线对空间辐射、接收电磁波能量的能力，以及这种能力的空间特性，可以用若干参数予以量化，这些参数即为天线特性参数。通常包括频率、带宽、增益、极化、输入阻抗以及与方向图有关的性能参数。在不同应用领域，或在同一应用领域的不同形式天线，其所包含的参数及对各参数的要求也不尽相同。天线特征参数可分为两类，一类是用来表征天线辐射、接收电磁波能量的能力，与之有关的有增益、天线效率、输入阻抗、有效面积、口径照射率等；另一类是用来表征天线性能的空间特性，与之有关的有方向图、方向性系数、主瓣宽度、副瓣电平(又称旁瓣电平)以及极化、轴比、极化倾角等。评价一

部天线的性能，应针对应用的领域和天线形式及提出的相应特性参数。例如用于精密跟踪的单脉冲雷达天线，要求方向图有强的方向性，且有差波瓣零深、斜率等参数，而用于移动通信的天线有交调、方位均匀覆盖等参数。天线性能的参数之间是相互关联的，例如增益与天线方向性系数和天线效率等有关，方向性系数与主瓣宽度和副瓣电平等有关，而天线噪声温度又与天线副瓣等有关。所以对天线性能各个参数的要求，应注意参数间的相互关系，避免矛盾。

（撰写：孙茂友　审订：林宁远）

tianxian xiaolü

**天线效率**　antenna efficiency　天线的辐射功率与天线输入功率的比值。天线作为向空间辐射电磁波能量的辐射器，输入的功率应尽量辐射到空间中去，效率就是以数字的形式来表征天线向空间辐射电磁能量的能力。从发射机经馈线输入到天线的能量，在天线内部的传输过程中，以及在其他结构体上都会产生损耗。损耗与频率、材料特性、结构形式等有关。在微波波段，损耗主要来自天线网络损耗和失配；对于超长波和长波天线，损耗主要来自地面，若没有良好的地网，地面的损耗将很显著。（撰写：孙茂友　审订：林宁远）

tianxian youxiao mianji

**天线有效面积**　antenna effective area　天线接收从给定方向上入射且极化方向与天线极化方向一致的平面电磁波，其输出的有效功率与该平面波的功率密度之比，即为在该方向上天线的有效面积（或有效口径、有效孔径）。它是表征天线几何口径的利用率的一项技术指标。当平面电磁波垂直入射时，天线有效面积最大。天线有效面积 $A_e$ 可用下式表示

$$A_e = G_r \lambda^2 / 4\pi$$

式中 $\lambda$ 为波长；$G_r$ 为天线的接收增益，同一天线用作发射与用作接收，其有效面积相同。口径上等幅同相照射无耗的理想天线，其口径面积即为该天线的有效面积。天线上的口径加权幅度台坡越陡，平面电磁波入射角越大，都会使天线的有效面积减小。（撰写：孙茂友　审订：林宁远）

tianxian yuanchang jinchang he jinsuochang ceshi jishu

**天线远场、近场和紧缩场测试技术**　far-field, near-field and compact range measurement technique　用于确定天线基本参数，如天线辐射方向图、增益、极化等的天线测试技术。在进行天线性能测试时，要求对被测天线的口径进行等幅同相平面波照射。天线远场、近场和紧缩场测试技术的不同之处在于产生平面波的方法不同。远场测量技术是利用球面波的距离扩散效应，当球面波的曲率半径较大时，小角度范围内的球面波可以近似为平面波。天线远场测试时要求发射天线与接收天线之间的距离大于 $2D^2/\lambda$（其中 $D$ 表示被测天线的口径尺寸，$\lambda$ 表示工作波长），使得发射天线发射的球面波在接收天线的口径面上近似于平面波。天线紧缩场测试技术是利用波源天线（通常为偏置抛物面）产生平面波，投射到被测天线的口径面上。当被测天线在转台上作方位或俯仰角旋转时，可以获得被测天线的方向图特性。天线近场测试技术是采用探头在被测天线的近场区内进行近场采样，采用孔径合成的方法来产生平面波，利用 FFT 技术获得被测天线的辐射特性。通常近场采样距离为 1 ~ 5 个波长。近场测量和紧缩场测量是在暗室内进行的，可以对影响测量精度的各种误差源（例如环境散射）进行严格控制，可以获得比远场测量更加精确的测量结果。

（撰写：邵江达　审订：张光义）

tianxian zengyi

**天线增益**　antenna gain　在给定方向上，天线辐射的功率密度（单位立体角内的功率）与输入功率在全空域（立体角为 4π）的平均功率密度之比。表明了以无耗的各向同性辐射器（理想点源）为参考，实际天线在给定方向上的辐射能力。天线增益通常是指天线在主瓣最大值方向上的增益。实际测试增益时，以半波振子作参考，可以得到天线比半波振子高出的增益，其分贝值以 dBd 标记；以无耗各向同性辐射器作参考的天线增益，其分贝值通常以 dB 标记，需要时以 dBi 标记，以示与 dBd 的区别。（撰写：孙茂友　审订：林宁远）

tianxianzhao

**天线罩**　radome　又称雷达罩。保护天线免受自然环境影响的薄壳结构。天线罩使天线不受风（或气动载荷、雨、雪、冰、沙等）的直接侵袭，使天线能全天候工作，增加天线系统的可靠性和使用寿命。天线罩应尽量减小对天线电性能的影响，主要指标有传输损耗、主瓣宽度变化、副瓣电平抬高、瞄准误差及瞄准误差变化率、交叉极化等。天线罩分为空间骨架和薄壳两大类：介质骨架和金属骨架罩主要用于地面和舰载雷达，壳体罩有刚性和充气式，机头罩、导弹头罩、预警机雷达天线罩、微波透波墙等均为刚性罩，充气罩常与机动雷达配套使用。罩壁结构有单层、夹层、多夹层。根据指标要求，可采用等厚度或变厚度设计。天线罩外表面常涂有防雨蚀、抗静电涂层或防紫外线辐射薄膜及防雷击分流条。天线罩还可以设计成空间滤波器以降低天线的宽角副瓣或设计成雷达工作频率范围外的隐身结构。



直径 44 m 天线罩

（撰写：杜耀惟　审订：林宁远）

tiaofu ganrao

**调幅干扰**　amplitude modulation (AM) jamming　用某种信号对干扰信号的载波进行幅度调制所形成的干扰。调幅干扰主要包括噪声调幅干扰、正弦波调幅干扰、方波调幅干扰和锯齿波调幅干扰等。噪声调幅干扰是噪声干扰的一种，其干扰信号的载波幅度是受噪声调制的。噪声调幅干扰的干扰频带较窄，一般作瞄准式干扰。正弦波调幅干扰是利用正弦波信号对干扰信号的载波进行幅度调制所产生的干扰。方波调幅干扰是用方波信号对干扰信号的载波进行幅度调制所形成的干扰。锯齿波调幅干扰即用锯齿波调制干扰信号载波的幅

度所形成的干扰。当干扰功率很大和调制度很深时，调幅干扰可使受干扰的接收机阻塞、过载而无法正常工作。缺点是容易被识别。（撰写：王 燕　审订：索以宾）

tiaopin ganrao

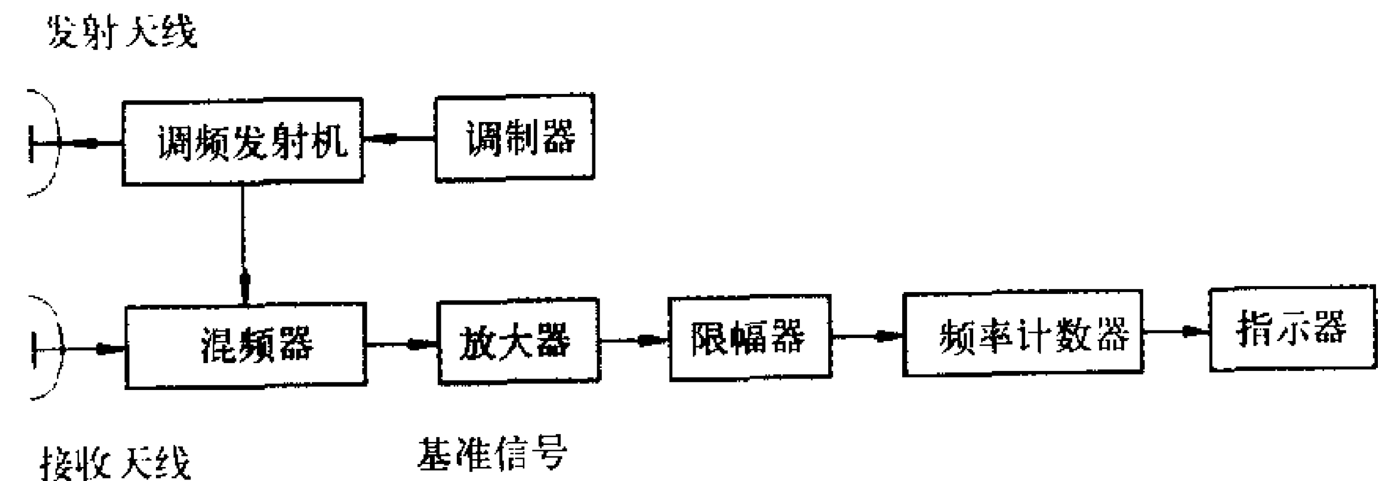
**调频干扰**　frequency modulation (FM) jamming　用某种信号对干扰信号的载波进行频率调制所形成的干扰。调频干扰主要包括噪声调频干扰、锯齿波调频干扰等。噪声调频干扰是噪声干扰的一种，其干扰信号的载波频率受噪声调制。锯齿波调频干扰是用锯齿波调制干扰信号的载波所形成的干扰。与调幅干扰相比，调频干扰的干扰频带较宽，干扰功率的利用率高，干扰控制灵活、方便，是应用最广泛的一种干扰形式。（撰写：王 燕　审订：索以宾）

tiaopin guangbo DGPS

**调频广播 DGPS**　frequency modulation subcarrier DGPS　利用已有的调频广播电台的副载波发射差分 GPS 校正数据的差分 GPS 系统。这种差分 GPS 系统在美国、欧洲，尤其是日本已得到大范围的推广，主要用于地面车辆的精密定位和导航。调频广播电台的工作频段为 87～108 MHz，每个电台的调频立体声广播只占用其频道的一部分，利用其副载波信道发播差分 GPS 校正数据并不会影响正常的调频广播。广播的差分校正数据一般采用 RTCM SC-104 格式，数据速率达 1189.5 b/s。这种差分 GPS 系统的优点是充分利用了现有的广播系统的发射设备和频率资源，服务范围与调频广播覆盖区域相同，而且用户接收设备简单，体积小，价格低，便于普及应用。（撰写：丁 群　审订：邱致和）

tiaopin lianxubo leida

**调频连续波雷达**　frequency modulated continuous wave radar　发射信号的频率随时间按一定规律变化的连续波雷达（见图）。其频率调制有多种方式，如三角调制、正弦调制、




调频连续波雷达框图

编码调制、噪声调制、双重调制等。经过频率调制后，连续波信号不仅可以测速，而且可以测距，但由于发射信号是宽带信号，因而在噪声中提取信号存在匹配滤波的问题。三角调制的连续波雷达其发射信号的频率随时间按三角形周期变化，经过混频后输出端产生的差频信号和目标的距离成正比，由此可以测距。正弦调制的连续波雷达的测距原理和方法与三角调制基本相同，由于不需要严格的线性调频，因此工程实现较为简单，同时选择合适的参数（使接收机选用调制频率的高次谐波）能使系统具有抑制泄漏的能力。编码调制一般采用二元伪随机 M 序列对发射信号进行 0、π 调相，这种周期性重复的 M 序列可以获得理想的双电平自相关函数，因此它可以给出很高的测距精度和良好的距离分辨率，同时编码调制和噪声调制还可使系统具有抗干扰能力。（撰写：郭 欣　审订：刘国岁）

tiaozhiguan

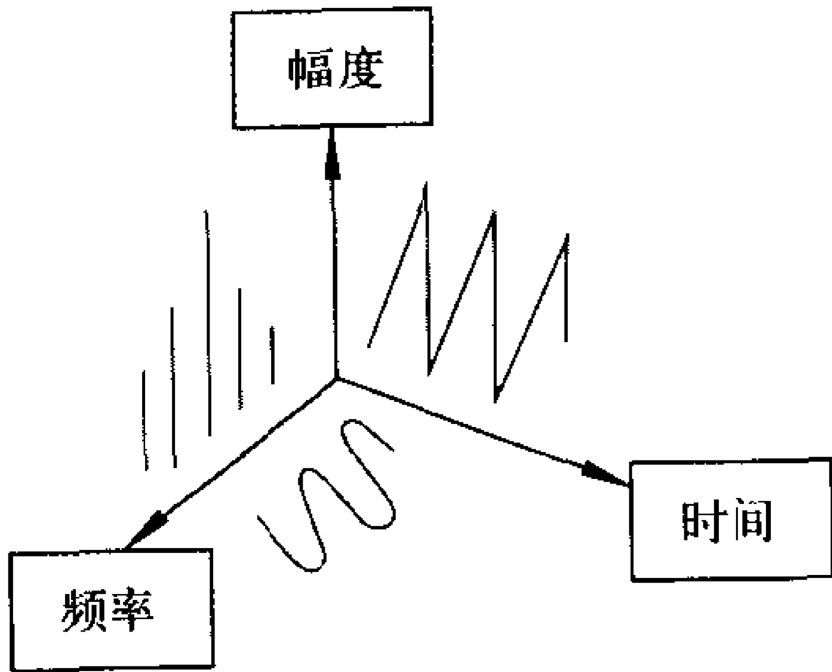
**调制管**　modulation tube　对脉冲信号进行频率调制的三极管。通过控制栅极电位对阴极附近的空间电荷或阴极表面电场的静电控制作用去控制交变电子流的大小，达到对雷达等系统的频率实现调制的目的。阴极发射电子，栅极控制交变电流，阳极收集电子。工作时管内维持真空状态的称为硬调制管，如微波三、四极管。管内有气体介质的称为软调制管，如氢闸流管。用于雷达发射机中作脉冲自激振荡器，在通信、导航和无线中继站作振荡器和放大器，亦用于干扰系统。（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

tiaozhi jietiao

**调制解调**　modulation-demodulation　对信源产生的信号进行处理，使其变为适合在信道上传输的形式（即调制），经信道传输后，将信号提取出来的过程（解调）。一般说来，信源产生的信号从零频率（或很低的频率）开始，延伸到一个较高频率，这样的信号不宜在无线信道上传输，需要利用调制技术将其频谱搬移到较高的频率上传输，称为载波传输或带通传输。调制后得到的带通信号称已调信号，基带信号称为调制信号。调制采用的方法是用基带信号去控制载波的参数（幅度、相位和频率），可以控制单个参数，也可以控制多个参数。解调是调制的逆过程，从已调信号中提取原始基带信号。如果调制信号是模拟的，对应的调制是模拟调制，如模拟调频（FM）、调幅（AM）和单边带调制（SSB）等。如果调制信号呈数字基带信号，则对应的调制是数字调制，或称数字键控，如频移键控（FSK）、相位键控（PSK）和幅度键控（ASK）。调制、解调技术合称调制解调，是载波传输的关键。为了在模拟电话网上传数据，需要用调制解调器，简称 modem。（撰写：李仲令　审订：李振邦）

tiaozhiyu ceshi

**调制域测试**　modulation-domain test　一个电信号通常可以用幅度、时间和频率（相位）三个量来描述。在这三个量中，时域测量描述信号幅度与时间的关系；频域测试描述信号幅度与频率的关系；调制域测试则是描述信号频率（相位）与时间的关系。如图所示为电信号幅度、频率和时间关系所表达的信号动态特性。完成调制域测试的仪器就是调制域测试分析仪，或简称调制域分析仪。调制域分析仪可以实现频偏、调频线性度、调频抖动、相位和频率监控、锁相捕捉和跟踪、VCO 调后漂移、时钟抖动、脉冲时间参数的变化等测量。调制域分析仪在现代军用雷达、空中交通管制和航海雷达、气象以及航天雷达系统、电子情报侦察、敌我识别以及通信设备的设计中获得了广泛的应用。



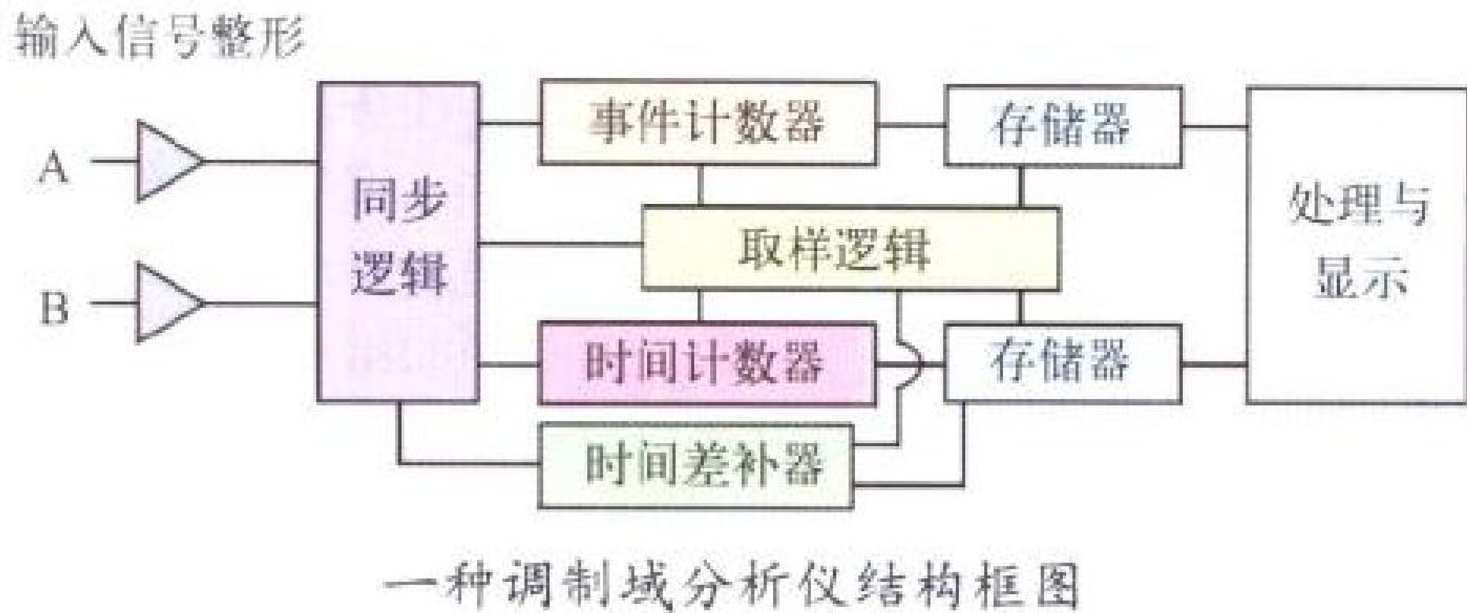

一个电信号幅度、频率和时间的关系

（撰写：陈光禔　审订：顾亚平）

tiaozhiyu fenxiyi

**调制域分析仪**　modulation analyzer　一种测量和显示信号

频率或相位与时间关系的仪器。使用调制域分析仪可以测量信号频率、相位或其他与时间有关的参量(脉冲重复周期等)的动态特性，所以调制域分析仪也可称为“频率或时间间隔示波器”。调制域分析仪可用于频偏、调频线性度、调频抖动、相位和频率监控、锁相捕捉和跟踪、VCO调后漂移、时钟抖动、脉冲时间参数的变化等测量。既然调制域分析仪能测量频率或相位随时间的变化，自然也可进行频率测量。由于不存在频率计数器或时间间隔分析仪的两次测量之间的空载时间，因而可获得连续无间隔地测量。这种测量技术不仅能保持两次测量之间的严格关系，而且还可保证不会在两次取样之间丢失测量信息。调制域分析仪的结构框图如图所示。

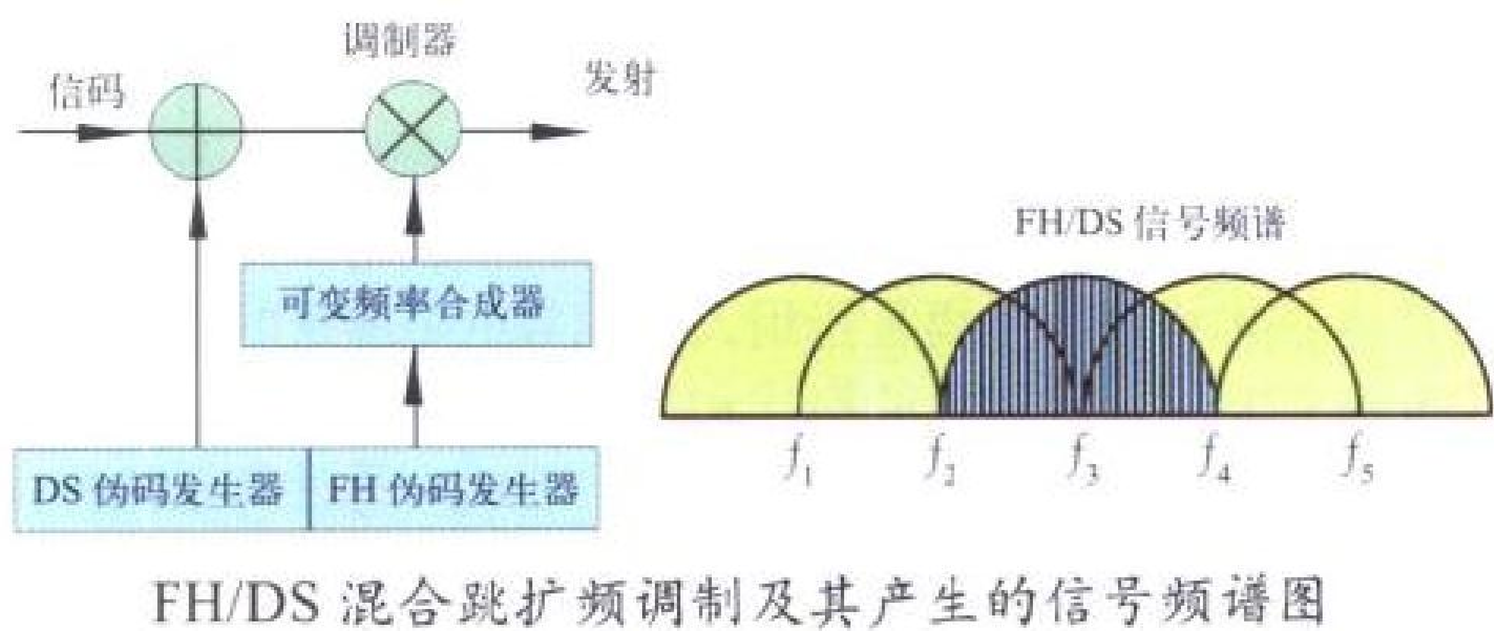



一种调制域分析仪结构框图

(撰写：王厚军 审订：陈光禔)

tiaokuopin hunhe tongxin

**跳扩频混合通信** FH/DS hybrid communication 跳频(FH)与直接序列扩频(DS)相结合的混合通信。跳扩频混合通信在同一系统中同时采用了跳频与直扩两种扩频技术，如图所示。图中DS伪码发生器对信码实现直接序列扩频，FH伪码发生器控制可变频率合成器使信号载频发生跳变，实现较宽的直扩信号频谱在更宽的频带范围内按一定规律跳变。跳扩频混合通信具有跳频与直扩两种技术的优点，适用于有足够通信带宽的强抗干扰通信系统中。




FH/DS混合跳扩频调制及其产生的信号频谱图

(撰写：李少谦 审订：李振邦)

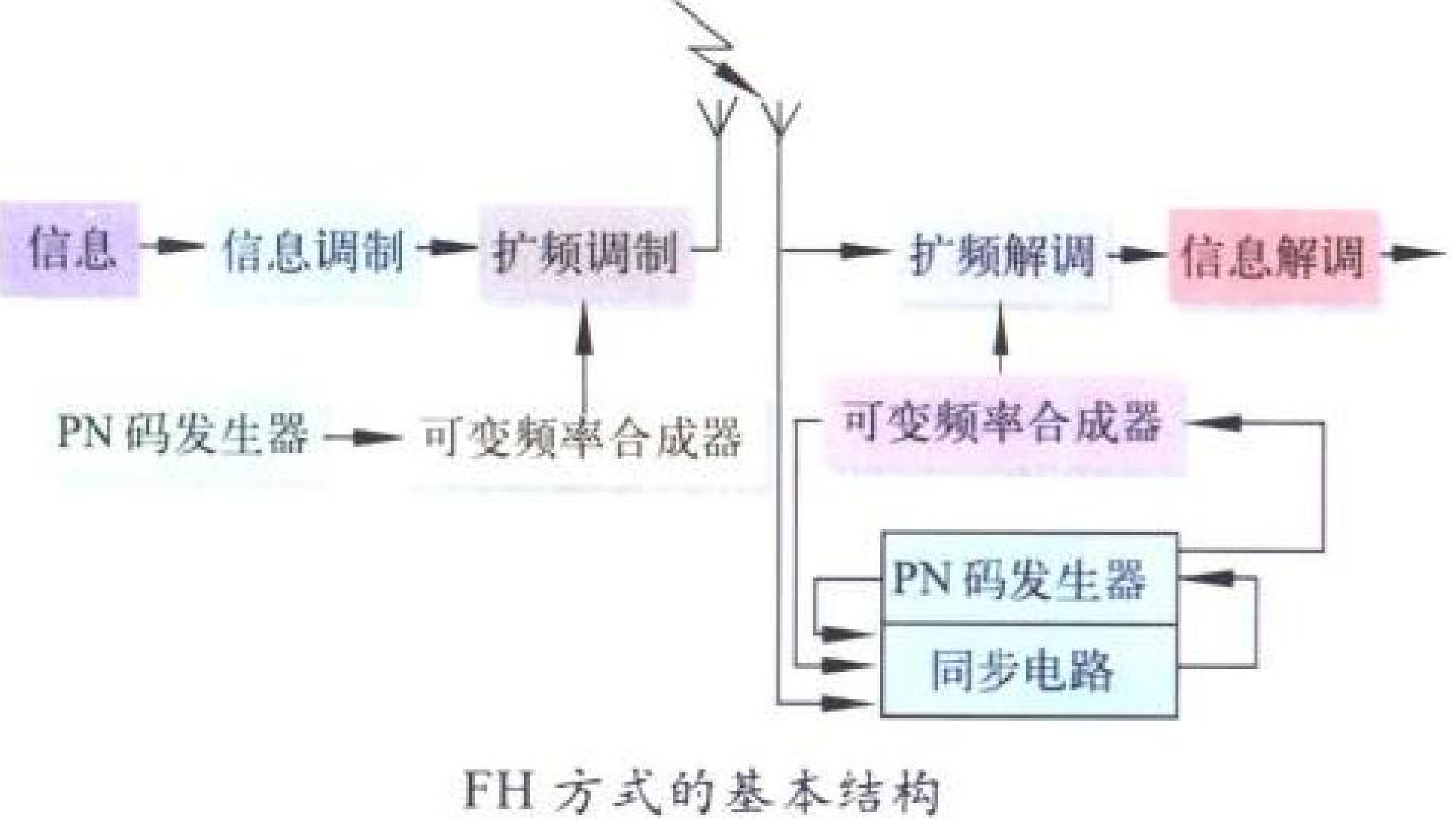
tiaopin genzong ganrao

**跳频跟踪干扰** FH following-on jamming 在频域上和时域上都跟随跳频通信信号的变化而变化的一种通信干扰。实施跳频跟踪干扰通常有两种情况：无先验的情况和有先验的情况。在无先验的情况下，通信干扰系统的频率引导设备必须有足够的搜索速度，以保证在信号的一次驻留时间干扰结束之后能足够快地截获到新一跳的信号。在一次干扰过程中，干扰应该是间断观察式的，干扰的实际持续时间应该合理选取，以保证在频率集的每一点上对信号都有充分的压制。在有先验的情况下，通信干扰系统可以根据通信侦察系统提供的目标信号频率集、跳速和信号驻留时间来设置系统的工作参数，实施跳频跟踪干扰。后一种情况是跳频跟踪干扰的主要工作方式，采用此种干扰方式时要求跳频通信跟踪干扰系统的设备构成中要包括跳频通信侦察设备。

(撰写：牟绍方 审订：杨小牛)

tiaopin tongxin

**跳频通信** frequency hopping communication 一种扩展频谱的通信。跳频通信的基本结构如图所示。伪随机码(PN



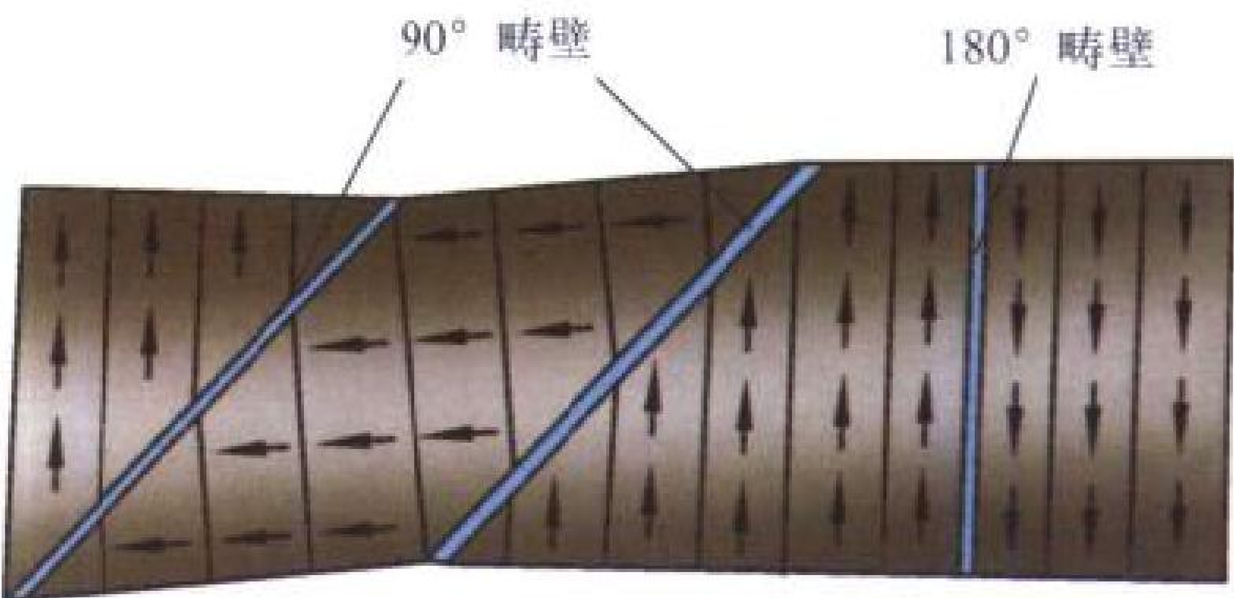

FH方式的基本结构

码)控制系统的可变频率合成器，使发射信号的载频快速地在一个频段内的频率点上跳变，跳变的频率范围远远大于要传输信息所需的频宽。接收时，本地PN码发生器与发送端PN码同步，使本地可变频率合成器与发送频率同步跳变，从而恢复出传输信息。跳频通信具有“躲避”干扰的机理，因而有很强的抗干扰能力。跳频通信系统跳频带宽越宽，跳频点数越多，抗干扰能力越强；跳频速率越高，抗干扰能力越强。具体跳速视信道而定，短波FH一般为数十跳每秒，VHF/UHF为数百跳每秒，微波可达数万跳每秒。跳频通信广泛应用于军事抗干扰通信中。

(撰写：李少谦 审订：李振邦)

tiedian jingti cailiao

**铁电晶体材料** ferroelectric crystal materials 具有铁电性的晶体材料。在压电晶体材料中，有些晶体在一定温度范围内具有自发极化，而且其自发极化方向可以因外电场而反向，这种特性称为铁电性。在铁电晶体内部，自发极化方向一致的区域称为电畴，电畴与电畴之间的界面称为畴壁。自发极化方向呈反平行取向的电畴称为180°畴，其畴壁称之为180°畴壁。自发极化方向呈垂直取向的电畴称为90°畴，其畴壁称为90°畴壁。铁电晶体如果只由一个电畴组成，则称为单畴晶体，否则称为多畴晶体。铁电晶体在制备过程中自发极化的方向是任意取向的，通常形成多畴晶体。在足够强的外电场作用下，多畴晶体中的电畴可沿电场方向取向，变成单畴晶体，这个过程称为极化。只有单畴晶体才能充分显现出其铁电性。晶体的铁电性只在一定的温度范围内存在，当铁电晶体从高温降温经过温度$T_C$时，要经历从非




90°畴和180°畴示意图

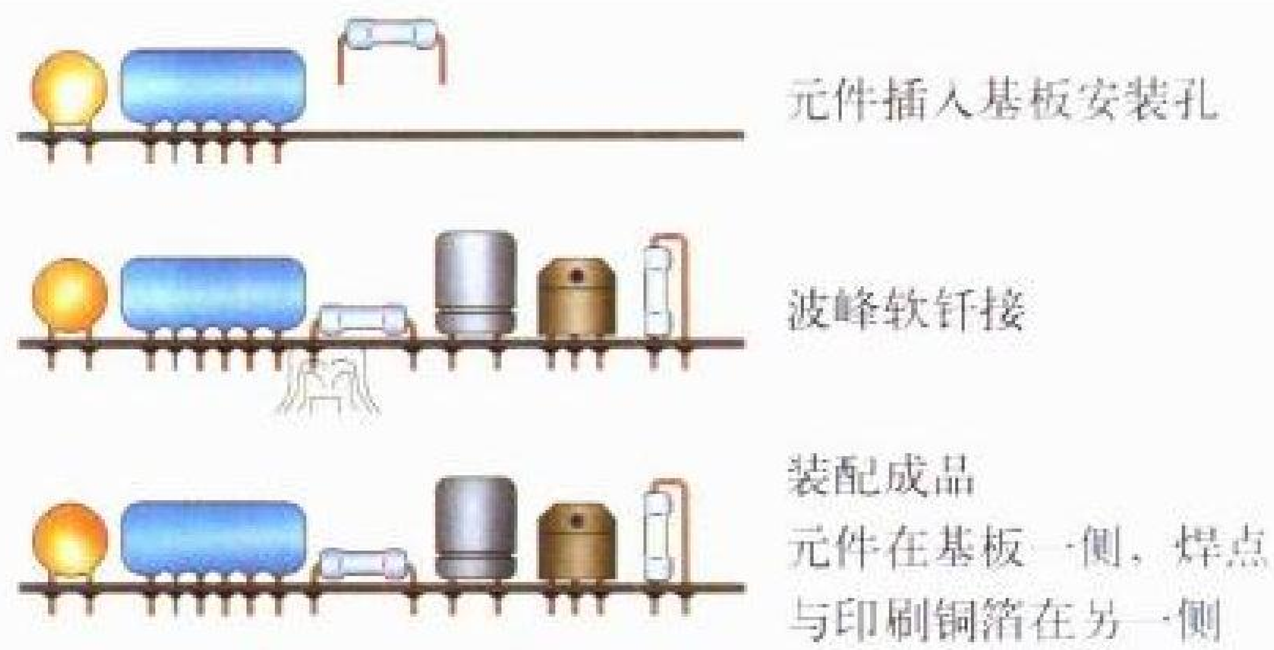
(箭头表示自发极化方向)

铁电相到铁电相的结构相变，这个温度 $T_C$ 称为铁电晶体的居里温度。利用铁电晶体的铁电畴极化反转特性，可以制作图像存储器和固体显示器。由于铁电晶体一般多具有高介电常数和优良的压电、热释电性能，所以常用作高介材料、压电材料、电光材料和热释电材料。

（撰写：张万鲲　审订：沈能珏）

tongkong zuzhuang jishu

**通孔组装技术** through hole mounting technology (THT) 一种将元器件的引脚插入印制电路板的金属化通孔中，然后在电路板的引脚伸出面上进行焊接的组装技术。又称通孔插入组装技术或通孔插装技术。典型的工艺流程（见图）为：元器件引脚折弯或校直—元器件插装—波峰软钎焊—引脚修剪、清洗—测试。主要的组装设备有引脚折弯机、校直机、自动



THT 流程图

插装机、波峰焊炉，以及清洗和测试设备。通孔组装技术是传统的电子元器件组装方式，具有连接焊点牢固、工艺简单并可手工操作，产品体积大、重量大，难以实现双面组装等特点。随着表面组装元器件和表面组装技术的迅速发展，单纯通孔组装形式已经逐渐减少，目前取而代之的主要是插贴混合组装。（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

tongxin baomi

**通信保密** communication security 对通信的信息采取物理或密码手段进行保护的技术。通信是人类最基本的信息交流工具。在当今的信息时代，信息传送的安全已成为信息战的重要一环。为了政治、经济和军事斗争的需要，必须采取措施确保通信的内容不为攻击方所利用，这就是通信保密所肩负的重任。通信保密一般采用三类安全保密措施：⑴防范措施，采用技术的、管理的、行政的手段预防任何环节的秘密被泄露；⑵躲避措施，想办法避开局外人的窃听和截获信息；⑶抵抗措施（抗破译），使用密码术使敌方不能从窃听或截获的信号中得到有用的信息。通信保密涉及密码算法、密码同步、密钥的自动化管理以及信号处理和传输等多项技术，并要满足四个基本要求：保密性、实时性、可用性和可控性。

（撰写：林望重　审订：穆良知）

tongxin duikang

**通信对抗** communication countermeasure 利用电磁能或其他手段削弱或摧毁敌方通过无线或有线通信手段获取信息和利用信息的能力，同时保证己方获取信息和利用信息的能力。它是电子对抗的重要组成部分。$C^3I$（指挥、控制、通信、情报）系统是现代战争的中枢神经系统，自动化指挥和武器的自动化控制都是利用 $C^3I$ 系统实现的。在现代战争中，$C^3I$ 系统一旦遭到破坏，指挥就会失灵，自动化武器系统就会瘫痪。在 $C^3I$ 系统中，指挥命令的下达、情报信息的回报、控制指令的传送，都是由通信系统实现的。如果 $C^3I$ 系统中的通信系统遭到破坏，如同中枢神经系统中的经络被切断，整个 $C^3I$ 系统就无法正常运行，军队的指挥控制和武器系统的协同作战就失去保障。因此，通信对抗的任务不仅仅是破坏一两件武器，而是要通过干扰压制敌方通信系统来破坏敌方的 $C^3I$ 系统，以夺取战场的制信息权。

（撰写：赵明　审订：杨小牛）

tongxin duikang zhencha

**通信对抗侦察** communication countermeasure reconnaissance 搜索、截获敌方无线电通信信号，经过分析识别以获取其技术参数、工作特征和辐射源位置等情报的活动，是电子对抗侦察的重要分支。通信对抗侦察是使用通信侦察接收设备和无线电测向设备进行的。其主要任务是：截获、提取敌方无线电通信的工作频率、通信体制、调制方式等；测定通信信号的来波方向并对电台定位；通过对电台信号特征参数和位置参数的分析，查明敌方通信网的组成、指挥关系和通信联络规律，查明无线电通信设备的类型、数量、部署和变化情况，从而可进一步判别敌方指挥所位置、敌方战斗部署和行动企图等。通信对抗侦察是获取通信对抗情报的重要手段。通信对抗侦察按任务和用途可分为两大类：⑴通信对抗情报侦察是利用电子侦察卫星、电子侦察飞机、电子侦察船、地面侦察站和投掷式侦察设备对敌无线通信进行长期或定期的侦察监视，详细搜集积累有关敌方无线通信的情报，建立和更新有关敌方指挥控制通信系统的情报数据库，评估敌方无线通信设备的现状和发展趋势，为制定通信对抗作战计划，研究通信对抗策略和发展通信对抗装备提供依据；⑵通信对抗支援侦察是在战役战斗过程中对敌方无线电通信进行实时截获、分析和识别，依据预定的干扰任务，引导干扰机对选定的目标进行干扰。

（撰写：祝宇辰　修订：朱松　审订：吕连元）

tongxin ganrao

**通信干扰** communication jamming 利用干扰设备发射干扰信号，破坏或扰乱敌方无线电通信设备正常工作能力的一种战术技术措施。主要是指用人为辐射电磁能量的办法对敌方获取信息的行动进行的搅扰和压制。通信干扰按干扰样式可分为：⑴搅扰式干扰，利用噪声、音响、脉冲等干扰样式对敌接收终端的人、机信息判决制造困难，致使无法判决，无法通信；⑵压制式通信干扰是运用通信干扰设备，发射强干扰电磁波，将敌通信接收设备欲接收的通信信息完全压制，使其不能正常接收通信信息；⑶欺骗式通信干扰即在敌方使用的通信信道上，利用敌人的通信方式和语言发送伪造的消息从而造成敌方接收的信息差错和判断失误。通信干扰按干扰方式还可分为瞄准跟踪式干扰和宽带拦阻式干扰。瞄准跟踪式干扰是指瞄准敌方的通信信号载频并跟踪其变化而集中干扰能量对其进行的干扰。宽带拦阻式干扰指在敌方通信信号的某一工作频带内，均匀地使用干扰能量对其进行的干扰。通信干扰的发展趋势是：通信侦察、测向定位与干扰设备一体化；开发对新通信体制的对抗技术；通信干扰设备将朝多功能化、模块化、数字化、软件化方向发展。

（撰写：王燕　审订：索以宾）

tongxin guichen kongzhiqi

**通信规程控制器** communication protocol control unit 为

支持国际标准化组织国际电报电话咨询委员会的高级数据链路控制(HDLC)和IBM公司的同步数据链路控制(SDLC)通信规程而设计的控制器。HDLC用来实现国际标准化组织X.25包交换方式。SDLC则用来实现系统网络结构的IBM通信链路规程。这两个规程按位操作，与代码无关，适用于全双工通信。一般用于终端设备之间、终端与中央处理器(CPU)之间及CPU之间的通信。通信规程控制器在接收到命令及所需的所有参数后，就不需要CPU的干预，自动完成高级命令所需的传送。当完成一个命令或命令操作中检测到一个错误时，通信规程控制器就将命令执行的结果告诉CPU。通信规程控制器芯片广泛应用于终端设备。

(撰写：薛舫时　审订：林金庭)

tongxin kangganrao

**通信抗干扰** communication anti-jamming 军事通信装备专门为抗拒有意干扰信号而采取的措施。这些措施不同于一般民用通信设备中的抗拒自然界干扰的措施，而是针对人为可能采取的干扰信号形式和使用方式而采取的措施。人为干扰分阻塞式和跟踪式，相应抗干扰也就有扩频、跳频及零位天线等方式。随着电子战和信息战的兴起，这些干扰信号大量出现在战场环境，这些抗干扰措施日趋重要，广泛应用于短波、超短波、微波、散射，甚至军用卫星通信等设备上。具体抗干扰能力视扩频宽度、跳频速度及零位的深度和精度而定。

(撰写：李振邦　审订：程　婵)

tongxin kanghui

**通信抗毁** communication survivability 又称顽存性。军事通信抗拒战场火力破坏的措施及能力。这些措施与民用通信中为抗拒水灾、火灾、地震等采取的措施相似，但由于战场火力破坏更经常、更普遍，所以要求更加强固。主要措施包括多备份、多连接、多路由、自愈、自恢复、自组织及栅格网等。随着信息战的兴起，通信设施往往列为首要攻击目标，通信抗毁显得更加重要，要求在破坏掉1/3的条件下仍能保持在重要方向的最低限度通信。

(撰写：李振邦　审订：程　婵)

tongxin qingbao

**通信情报** communication intelligence (COMINT) 对通信信号进行侦察、分析、处理所获得的通信信息内容(包括语音、数据和图像等)和技术信息。通信情报是信号情报的一个重要组成部分。通过侦听敌方通信信号的信息内容，可以直接得知敌方的兵力部署、作战意图与动向等重要战略、战术信息，对于判明敌情、分析军事形势和指挥作战具有重要的意义。通过侦察、分析、处理通信辐射信号，可以获取通信信号的工作频率、调制方式、调制参数及通信的技术体制等技术信息，为研制通信干扰设备和选择最佳干扰信号提供参考依据；通过对通信信号的技术参数、通信频度、通信功率的分析和估计，可以了解通信电台的功能和级别；通过对通信辐射源位置的分析，可以了解通信网络的配置及战术应用信息。对通信情报的侦察是通过专用地面侦听站(车)、电子侦察飞机、电子侦察卫星等实现的，在和平时期和战争期间都不间断地进行。

(撰写：朱　松　审订：吕连元)

tongxin rongliang

**通信容量** communication capability 指一套通信设备的通信能力。随通信设备类型的不同，其内涵略有不同。作为单路设备或传输设备，通常指传输速率，如64 kb/s、128 kb/s等。作为多路设备，通常指可通路数，每路可为64 kb/s、32 kb/s或16 kb/s。作为交换设备，通常指可连接的门数，如32门、64门、128门等，此外还指明中继线数。作为分组交换设备，除指明端口数外，还指明其吞吐量，即每秒可处理的分组数。对通信网而言，通常指可接纳用户的数目。

(撰写：李振邦　审订：程　婵)

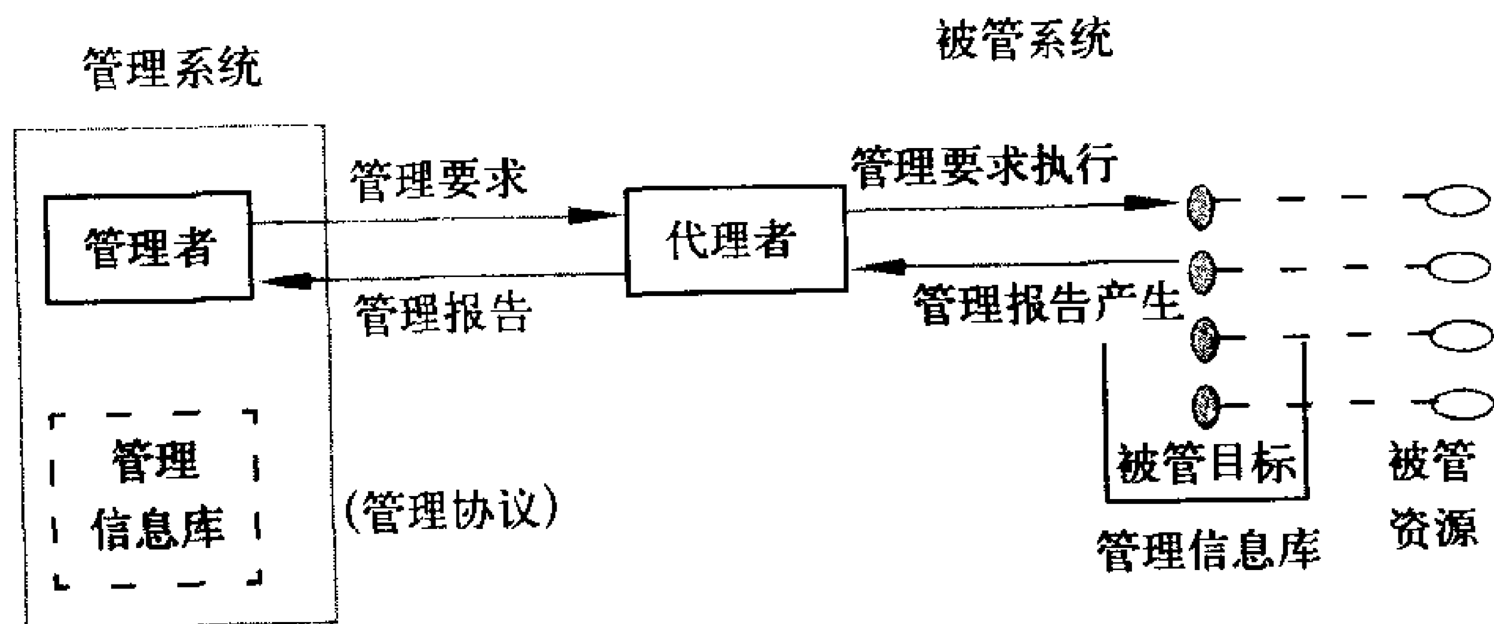
tongxin tianxian

**通信天线** communication antenna 应用于无线通信系统的天线。其主要作用是：(1)能量变换。在高频导波与空间电磁波能量间进行互换，要求高效率。(2)方向性。要求将辐射能量按要求的图形分布于所服务的区域。(3)阻抗匹配。天线的输入阻抗和传输系统的特性阻抗匹配，保证天线获得最大功率、最高传输效率和提高传输系统容许通过的功率。(4)极化特性。利用相互正交的极化波实现极化分割或分集接收，以实现双工或减少衰落的影响。(5)工作频带特性。工作频率变化时，天线的阻抗、方向性、极化等均可能随之改变。因此，天线的工作频带宽度应满足通信系统对前述一系列指标的要求。除以上作用外，现代天线与智能化处理系统相结合，可以实现天线性能的最佳化。例如提高抗干扰能力，实现频谱资源的有效利用等。常用的通信天线，在长、中、短波波段有：直立天线(如T形、倒L形、鞭形、细螺旋鞭、套筒形等)、环天线、水平振子(如半波对称振子、笼形等)、菱形天线和对数周期天线等；在超短波和微波波段有：八木天线、螺旋天线、套筒天线、喇叭天线(一般用作馈源)、抛物面天线、卡塞格仑天线和微带天线及隙缝天线等。将若干天线单元按一定方式排列成阵，即构成阵列天线。若对各阵元的加权幅度和相位加以控制，则可实现以方向图的零值对准干扰源或以最大波束方向追随用户等功能而成为智能天线。此外，若和有源器件相结合，则构成了有源天线。通信天线的发展方向为小型化、高增益、宽频带和智能化。

(撰写：周朝栋　审订：李振邦)

tongxin wangluo guanli

**通信网络管理** communication network management 对通信网络的一部分或全部被管资源的监视、协调、控制和维护。用于保证通信网络的正常运行，提高通信网络的工作效率和充分利用通信网络的资源。通信网络管理的功能一般包括故障管理、配置管理、性能管理、计费管理和安全管理等五个方面。现代通信网络管理系统一般采取“管理者—代理者”模型，管理者通过代理者管理被管目标/变量，如图所示。被管目标/变量是通信网络中被管资源的抽象，由它们组成管理信息库(MIB)。被管系统保证MIB与被管资源状态




网络管理工作模型

的一致性。在管理者和代理者之间执行通信网络管理协议，目前常用的有简单网络管理协议(SNMP)、通用管理信息协议(CMIP)、万维网管理等。网络管理平台由基础通信软件、管理协议软件、管理信息库、开发工具、人机界面等公用部件构成，用来开发或运行上层的管理应用软件。目前网络管理平台大多以Unix/工作站、Windows/微计算机为基础，执行CMIP或SNMP等管理协议。网络管理的发展方向是综合化、智能化、分布式和多网的管理。

(撰写：陈锡铭　审订：李振邦)

tongxin xieyi

**通信协议** communication protocol 一个群体对通信过程中所涉及的众多实体及其之间连接的电特性、功能和互相控制过程作出的共同约定或惯例。这里的群体可以是国际性组织，如国际电信联盟(ITU)、国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)，也可以是学术或行业组织，如美国电气电子工程师协会(IEEE)和美国电子工业协会(EIA)，甚至还可以是某一大型工程单位。随着通信技术及事业的发展，社会上出现大量厂商，制造出多种通信设备，这些设备具有不同功能和性能，通信过程变得越来越复杂。通信协议越来越多，急需标准化。1984年ISO为了促进互联互通和标准化，提出协议分层概念及7层的开放系统互联(OSI)基本参考模型。这个参考模型促进了通信协议标准化的发展，并为许多标准化组织和部门所接受，包括ITU。

(撰写：李振邦　审订：程　蝉)

tongxin xinhao xiwei tezheng

**通信信号细微特征** communication signals nuance characteristic 通信信号所携带的反映信号个体特性的信息。无失真地记录、存储通信信号的精细结构，通过分析、处理，可提取出通信信号细微特征，通常用于对目标信号的个体识别，以实现对感兴趣的目标信号的跟踪监视。通信信号细微特征有内部的细微特征和外部的细微特征。内部的细微特征，如频率的稳定度、AM信号的调制度、FM信号的频偏、FSK信号的传号频率与空号频率等，从不同电台发出的信号都会有所差别。外部的细微特征是指由于信道的滤波特性、非线性特性及传播过程的衰落特性，导致传播的信号产生差异，如信号的相位失真度、互调产物的成分、快变包络响应特性、噪声特性等，从不同电台发出的信号都将有所差别。在通信信号侦察过程中，通常采用数字信号处理(DSP)的手段来提取通信信号的细微特征。通信信号细微特征在通信信号的侦察中具有十分重要的作用，通过对通信信号细微特征的分析，才能从众多的类似信号中分离出目标信号，从而实施对目标信号的监视、跟踪，从中获取大量有用的情报信息，为执行有的放矢的电子对抗行动及相关的军事行动提供情报保障。

(撰写：蒋春山　审订：杨小牛)

tongxin zhiliang

**通信质量** communication quality 泛指一套通信设备在提供用户服务过程中所具有的质量。质量的具体测度与信息媒体形式及通信设备类型有关。作为语音，通常以可懂度、清晰度和自然度为测度。作为图像，通常以图像逼真度和图像可懂度为测度。作为数据，通常以误码率、误字率、误组率为测度。作为信道设备，通常以信杂比或误码率为测度。作为交换设备或网络，通常以呼损率或可通率为测度。

(撰写：李振邦　审订：程　蝉)

tongxingzi

**通行字** password 又称口令。一种要求由用户输入的字符串或字符数字串，用于在用户注册后再次登录系统、请求系统服务时鉴别用户的身份。其基本作用是防止假冒已注册和被授权的用户的身份获取未经授权的服务，是访问控制手段之一，通常也是防止非法用户进入系统的第一道屏障。除在用户登录系统中使用外，还可根据需要用于服务的调用、信息传输过程等情况。具有某些易猜特点的、比较短的通行字，常常是非法入侵者可利用的重要弱点。通行字可以有多种类型，以增加鉴别过程的复杂性，增大入侵者试探、猜测的难度。

(撰写：蒋继洪　审订：穆良知)

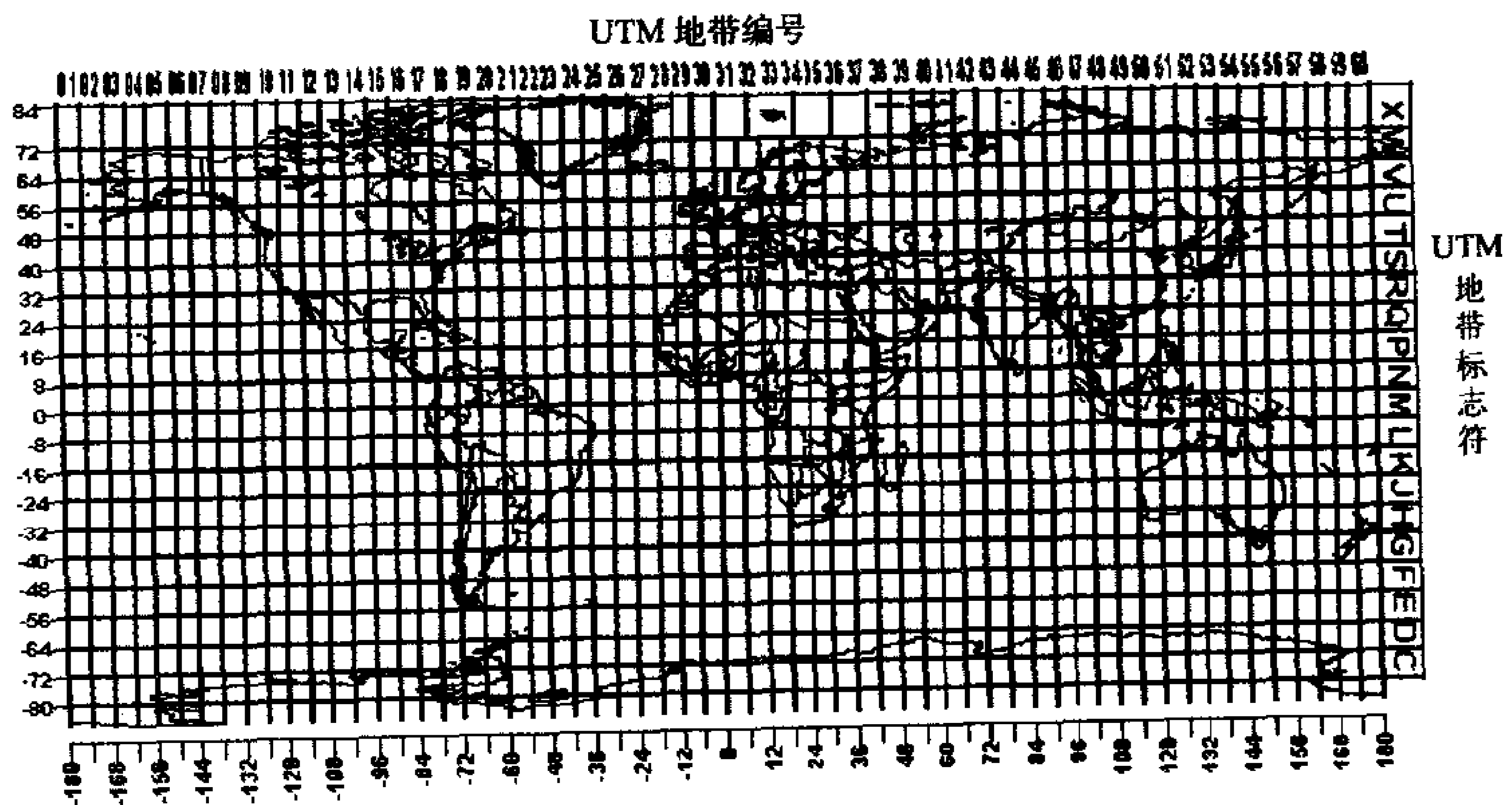
tongyong fenzu wuxian yewu

**通用分组无线业务** general packet radio service (GPRS) GSM标准组为适应移动数据业务的发展需求而开发的基于GSM的新型分组数据承载业务。如果把空中接口上的TDMA帧中的8个时隙都用来传送数据，那么数据最高速率可达164 kb/s。GPRS提供分组传送和交换方式，从而为用户提供一组新的承载业务，包括点对点(PTP)业务和点对多点(PTM)业务，确保了应用的成本效益和网络资源的有效利用。所提供业务有如下特点：间歇式、非周期的数据传送，其突发间隔远大于突发数据的平均传输时延；频繁发送的小量数据业务，如每分钟发送次数小于500 b的数据；不频繁发送的大量数据业务，如每小时传送次数数千字节的数据。GPRS提供业务的类型有：(1)信息点播业务，用户点播数据库中存储的数据信息，如WWW，各种类型的信息查询(如娱乐、商业、交通、新闻、天气预报及日历、词典等)；(2)报文类业务，如E-mail等；(3)远程操作业务，主要是小量数据的处理业务(如信用卡确认、电子银行/商业、遥测、远程监测、定位、调度等业务)。GPRS为拓展综合信息业务领域提供了重要的网络平台，并为第三代移动通信的发展打下了基础。

(撰写：智少游　审订：汪恩荣)

tongyong hengxiang maikatuo zuobiaoxi

**通用横向麦卡托坐标系** universal transverse Mercator (UTM) coordinate system 以通用横向麦卡托(UTM)投影为基础的坐标系(见图)。横向麦卡托投影是把近似为球形的




通用横向麦卡托(UTM)坐标系

地球映射到平面纸上的一种方法，可用一个椭圆柱面与地球横向切割来实现。通用横向麦卡托投影把地球从东向西分成60个标称的6°宽的地带，对每一个地带分别进行横向麦卡托投影，每一个投影带可用惟一的两位数字表示，每一个地带从南纬80° 一直伸延到北纬84°。但是并不是所有的地带都恒为6°宽。在北纬56°以北和东经0°～42°之间，这些带的某些部分的宽度可能是0°、3°、6°、9°或12°。UTM系把地球从南纬80°到北纬84°之间的164°分成19个8°高的纬度段(以字母C到W表示(去掉I和O))和一个12°高的纬度段(以字母X表示)。UTM投影带和纬度段的每一组合都构成一个UTM格网带。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

tongyong wangguan jiekou

**通用网关接口** common gateway interface (CGI) 从万维网超文本传输协议(HTTP)服务器上运行外部程序的一个标准，是用于连接主页和应用程序的接口。采用CGI技术可以在浏览网页的同时进行双向交流。CGI程序又叫做CGI脚本(script)，在Web服务器上运行，因此CGI程序的开发工具与服务器平台有关。服务器对它进行后端处理，由主页的一个热链接激活进行调用，并对该程序的返回结果进行处理，显示在主页上。简言之，CGI就是为了扩展主页的功能而设立的。在WWW网站中的反馈表单、E-mail表单、数据库查询接口、Web页面计数器、搜索工具、聊天室、电子论坛等常见的应用都是CGI程序。几乎任何一种编程语言都可以用来写CGI脚本，常用的有C/C++、Visual Basic、Perl、Unix Shell等，其中功能强大、应用广泛的是Perl。用Perl写的CGI脚本叫perl script，一般以.pl为后缀。CGI高性能的替代品有微软的ISASPI和Netscape的NSAPI。

（撰写：吴荣泉 朱培彦 审订：瞿兆荣）

tongbu diandongji

**同步电动机** synchronous motor 转子旋转速度与定子旋转磁场同步运行的交流电动机。当激磁电源的频率恒定时，它可在一定的输出功率范围内始终保持恒定的转速。按作用原理可分为励磁式、永磁式、磁阻式、磁滞式四种。前两种输出功率范围较宽，后两种输出功率小，而军事装备中应用最多的是磁滞同步电动机。同步电动机的主要特点是：当电源频率恒定时，电动机的转速不变，且与电源频率成正比；定、转子两方的磁场是相互独立、可控的，但永磁式、磁阻式、磁滞式转子磁场难以调节；通常同步电动机是容性负载，电动机电流超前于电源电压。由于其转速稳定性好，在舰船、飞机、导弹、火箭的惯导系统中使用的陀螺电机基本上都是同步电动机。 （撰写：何松波 审订：鲁 华）

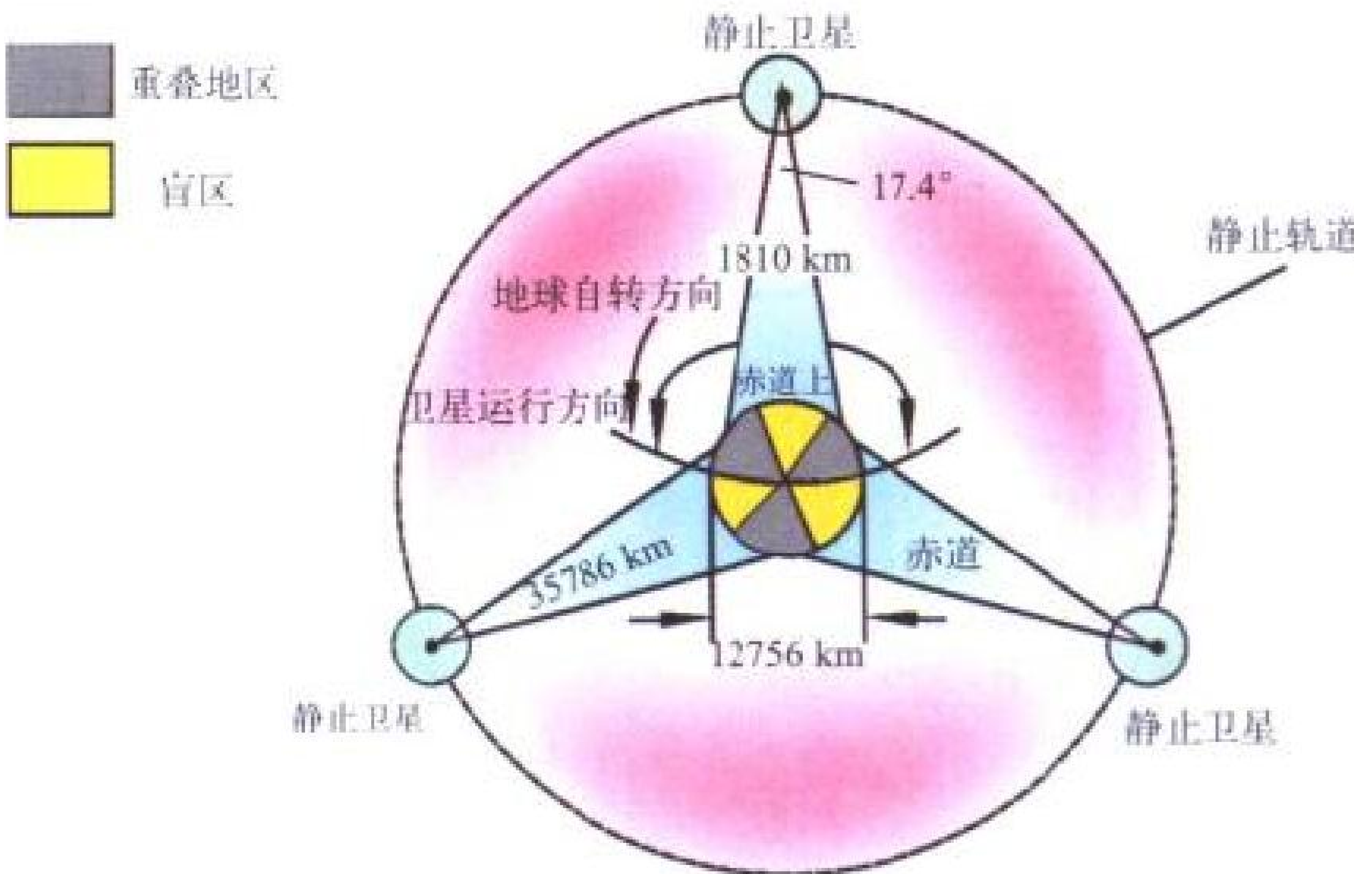
tongbu guangxianwang tongbu shuzi xilie

**同步光纤网/同步数字系列** synchronous optical network / synchronous digital hierarchy (SONET/SDH) 在光纤上同步地进行信息传输、复用、交叉连接的数字系列。同步光纤网(SONET)的概念最初由美国贝尔实验室提出，其后由国际电报电话咨询委员会(CCITT)在1988年接受并命名为同步数字系列(SDH)，两者规范略有差别，但基本原理相同，标准也将互相兼容。它有全球统一的网络节点接口(NNI)，从而简化了信号的互联、传输、复用、交叉连接和交换过程。它有一套标准化的信息结构等级，称为同步传送模块STM-1、STM-4、STM-16等，并具有一种块状帧结构，允许安排丰富的开销比特用于网络OAM。它的基本网络单元有同步光缆线路系统、同步复用(SM)、分插复用器(ADM)和同步数字交叉连接设备(SDXC)等。它们虽功能各异，但都有统一的标准光接口，能够在基本光缆段上实现横向兼容，即允许不同厂家的设备在光路上互通。它有一套特殊的复用结构，允许现存准同步数字系列(PDH)、同步数字系列和B-ISDN信号都能进入其帧结构，因而具有广泛的适应性。它大量采用软件进行网络配置和控制，使得新功能和新特性的增加比较方便，适于将来的不断发展。其特点可归纳为三点：同步复用、标准光接口和强大的网管能力。

（撰写：许 都 审订：李振邦）

tongbu guidao weixing tongxin

**同步轨道卫星通信** synchronous orbit satellite communication 利用同步轨道卫星实现通信的过程。人们把通信卫星发射到赤道上空35786 km的圆形轨道上，与地球自转同向运行，绕地球一周的时间与地球自转一周的时间(平均太阳时)正好相等，在此轨道上运行的卫星相对于地球自然静止，卫星相当于高挂在空中的中继站，因而也叫静止通信卫星。由于发射、控制等因素，实际上卫星并非完全静止，而是交替




3颗同步轨道卫星建立全球通信

向南、向北呈"8"字形漂移。由于卫星离地球遥远，所以接近静止状态，大型通信地球站只需要很慢速度便可跟踪。若从卫星向地球引两条切线，两切线夹角为17.4°，于是1颗静止卫星大约能覆盖地球三分之一地区的通信，如果能发射3颗同步轨道卫星，彼此相隔120°，相距73155 km，就能覆盖全球，实现全球通信。 （撰写：王巨椿 审订：李振邦）

tongbushuzixilieshang hulian xieyi

**同步数字系列上互联协议** IP over SDH 在同步数字体系(synchronous digital hierarchy)上运行网际协议(internet protocol)。将IP分组装入SDH帧的净荷区，使IP分组可在SDH传输网上运行，是组建IP网络的一种方案。一种装帧的方法是分三步进行：先将IP分组按RFC1661的要求装入PPP (point to point protocol)分组，其作用是实现差错控制和链路初始化控制；再将PPP分组装入HDLC (high-level data link control)帧结构中，其作用主要是解决定界问题；然后将HDLC帧装入SDH帧的净荷区。SDH帧通常再在光纤(含DWDM)上传输。IP over SDH相对于IP over ATM节省了ATM设备，减少了额外码开销。SDH有成熟、完善的管理功能，可构成自愈网，抗毁性能好。因此，IP over SDH是目前组建IP网络的可选方案。上述的HDLC在高速应用(如超过2.5Gb/s)中不易实现，可以用一种简化的数据链路

(simplified data link，SDL)来替代HDLC。从发展看，IP over SDH受到IP over DWDM的挑战，后者是在DWDM上直接运行IP。（撰写：李乐民　审订：李振邦）

tongbu wakong ganrao

**同步挖空干扰** synchronization inverse phase square-wave jamming　干扰信号的调制包络为方波且与辐射源扫描包络信号同步、反相的一种干扰，是一种角度欺骗干扰技术。同步挖空干扰与倒相干扰类似。干扰机发射一种与目标回波包络相位不同的干扰信号，使雷达获取错误的角度信息、跟踪到错误的方向上。同步挖空干扰主要用来对付线性扫描跟踪雷达，其原理是：雷达侦察接收机解调出雷达信号的包络和扇扫的周期，如图1所示。干扰机在雷达信号包络的峰值所

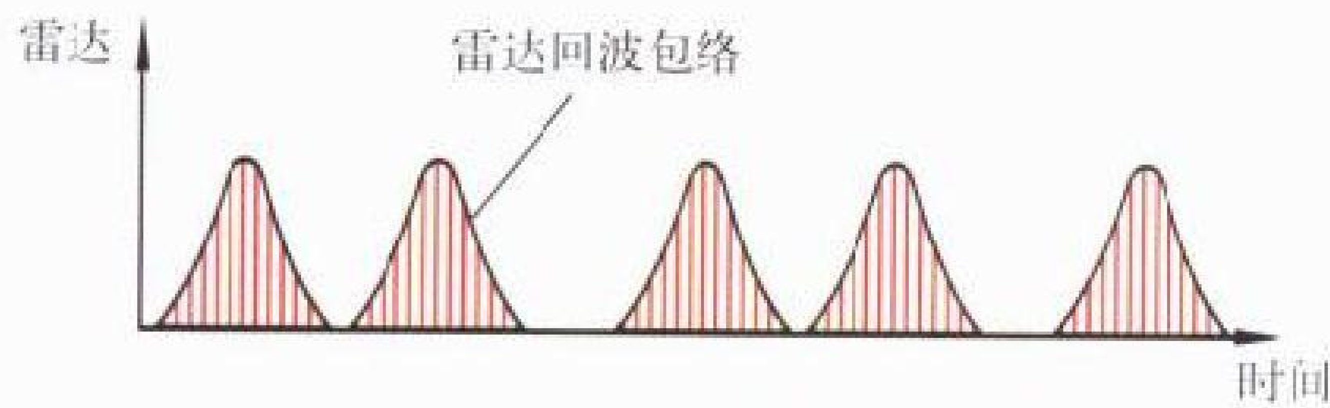



图1 雷达信号包络示意图

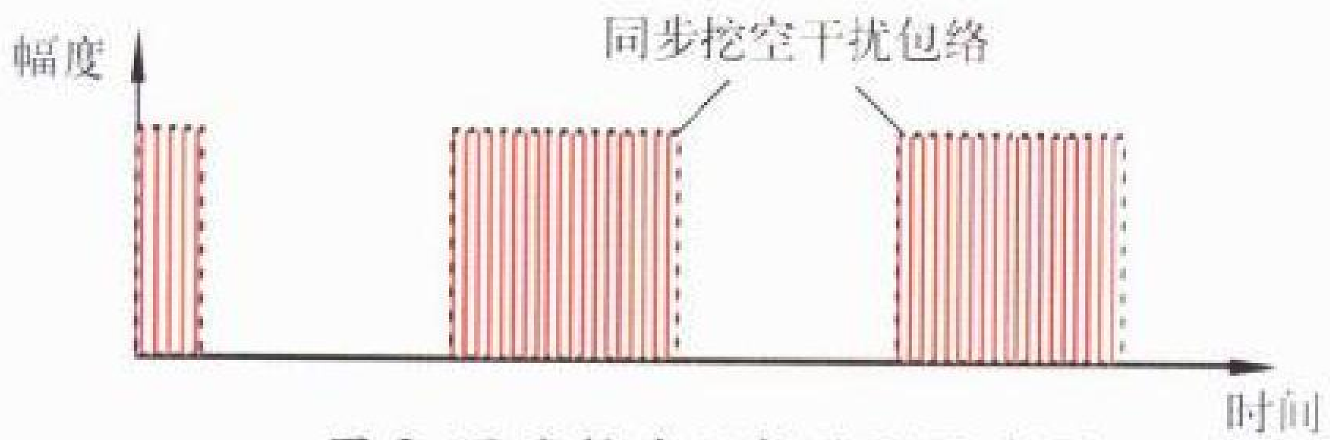



图2 同步挖空干扰波形示意图

在的部位停止发射一段时间，如图2所示。在时间域停发一段干扰脉冲，就像把连续发射的干扰脉冲挖去一段，所以称作挖空干扰。又由于与雷达接收天线的扫描周期同步，因此称作同步挖空干扰。（撰写：王燕　审订：索以宾）

tongzhi waiyan cailiao

**同质外延材料** homo epitaxial materials　由与衬底组分相同的物质按衬底晶格结构有序延伸排列而生长的薄层材料。通过掺杂和生长条件的控制，可使生长层具有所需的导电类型、杂质浓度、厚度等参数。该技术的优点为：(1)可准确控制外延层的各项参数；(2)可制备多层和超薄层材料；(3)工艺简单，适于大规模生产。（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

tongzhou cikongguan

**同轴磁控管** coaxial magnetron　采用新的模式抑制原理，在普通磁控管谐振腔的外面增加一个有稳频作用的同轴腔制成的磁控管，如图1所示。普通磁控管可以工作在X波段和Ku波段。当频率更高时，其结构尺寸太小，难于实现，通常采用同轴磁控管。同轴磁控管的内腔腔数在同波段、同功率情况

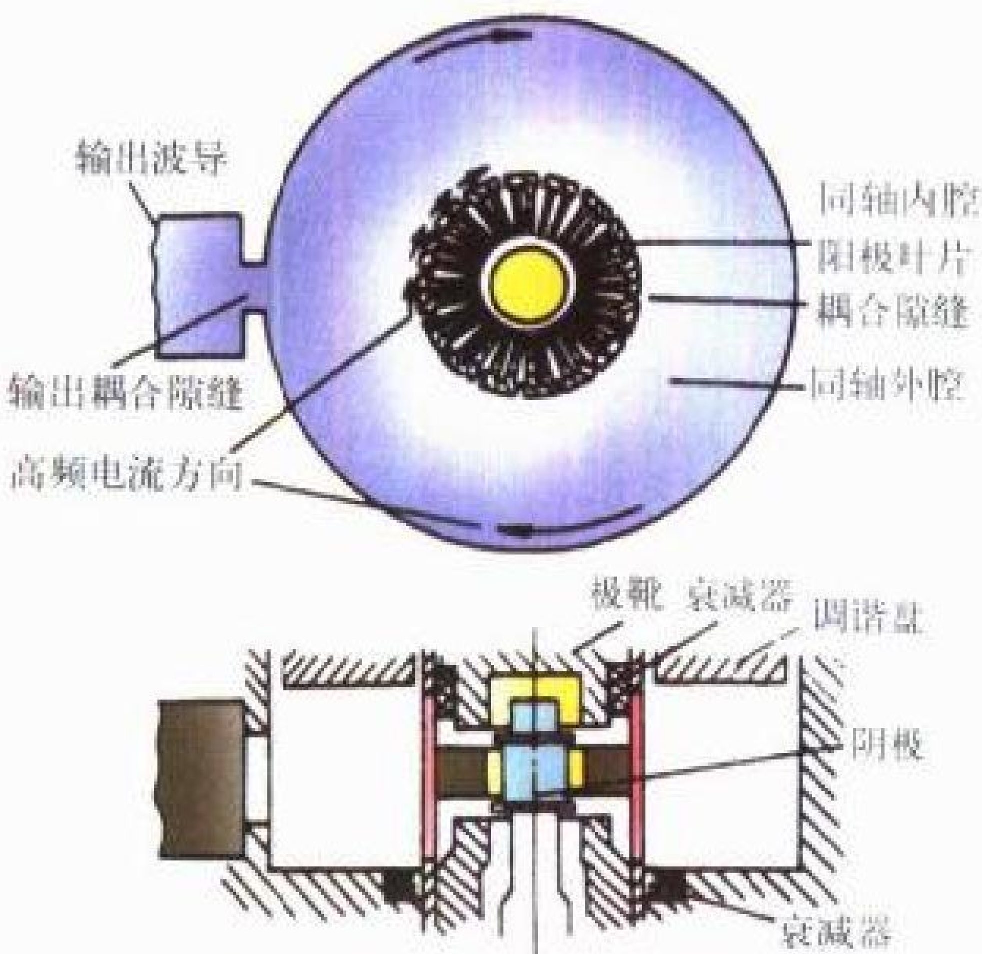



图1 同轴磁控管结构图

下，可以比普通磁控管多，阳极和阴极半径大，从而增加了功率容量，减少了阴极发射电流密度，可以有更长的寿命，解决了普通磁控管回路效率和频率稳定度不能两全的矛盾，使性能有突破性飞跃。同轴磁控管的频推、频牵和频温系数是普通磁控管的1/3～1/5，频谱特性好，频率稳定度比普通磁控管约高一个数量级。同轴磁控管的结构和照片如图2所示。这类管子适用于频率稳定性要求较高的动目标显示雷达、机动性强的机载雷达、舰载雷达以及对导弹的精密测量雷达。

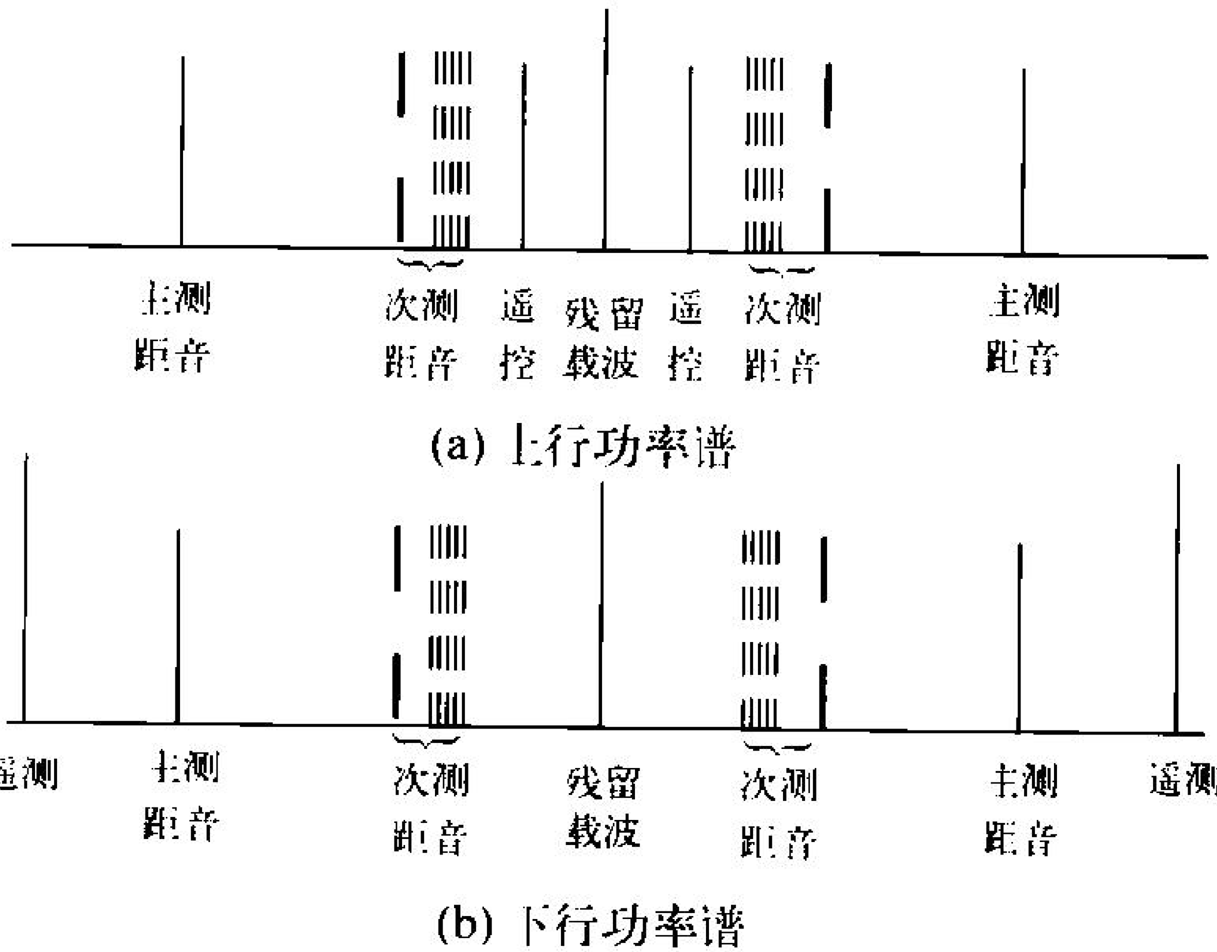


图2 同轴磁控管

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

tongyi zaibo cekong xitong

**统一载波测控系统** unified carrier TT&C system　又称微波统一测控系统。在一路载波上调制多种测控信号，完成对飞行器跟踪、测量、控制和信息传输的综合技术设施。它具有同时对飞行器进行定位、遥控、遥测和通信的功能，其上、下行功率谱如图所示。早期对飞行器的测轨、遥控、遥测，是分别由独立载波的分立设备承担。统一载波测控系统出现以后，既满足了同时高精度测轨、遥控、遥测、通信的要求，又减少了靶场和飞行器上的设备量和对频率资源的占有，也有利于系统的电磁兼容性。目前已建立了统一载波测控系统的国际标准(CCSDS标准)，为实现测控网的国际合




统一载波系统上、下行功率谱

作，充分发挥各国测控资源的利用，奠定了技术基础。可以说，统一载波测控系统的出现是测控技术的一大进步。

（撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

tongyi ziyuan dingwei

**统一资源定位** uniform resource locater (URL)　为因特网上的资源指定位置和访问方法的一种机制。它也是WWW上使用的一种编址机制，用来表示超文本和超媒体的链接，以便对WWW的资源定位、检索和浏览。用户要访问和显示一个文件，必须给出文件名和它的路径，URL是文件名在网络上的延伸和扩充，不仅可以指向某一目录下的一个文件，而且，该文件及目录可以存在于网络的任何一台计算机上。典型的URL由三部分组成：第一部分标识超文本传送协议

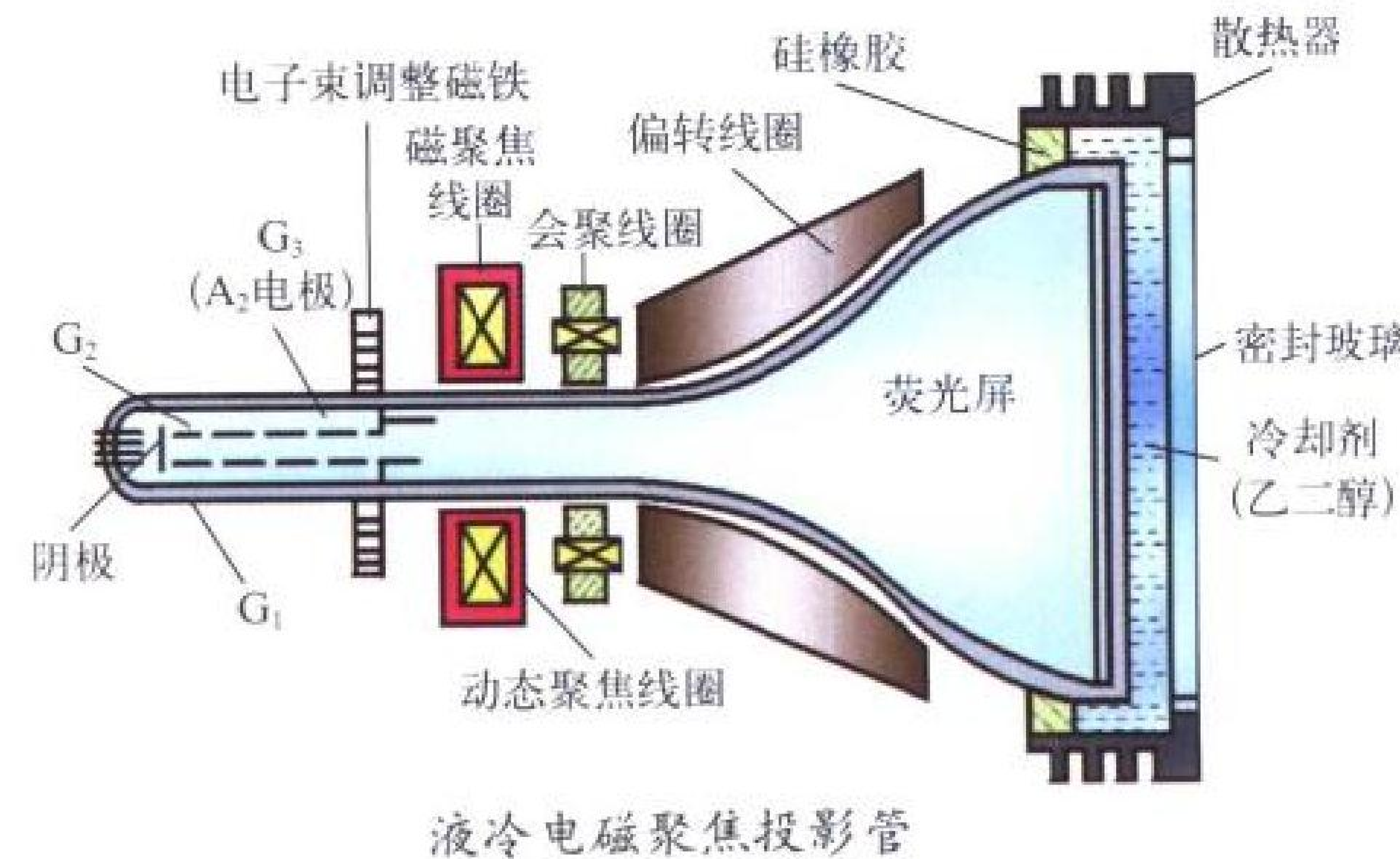
(http：//)；第二部分标识服务地址（如 www.ncsa.unic.eclu)；第三部分标识目录和文件名（如 SDG/Software/Winmosaic/Homepage.html)，从而可以直接调用不同服务器上的不同文件。（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

toukui xianshiguan

**头盔显示管**　helmet mounted display tube　装载于车辆、飞机驾驶员头盔上的一种显示管。头盔显示管结构与黑白显像管相同，由玻壳、荧光屏、电子枪、偏转线圈组成。由于其置于驾驶员头部，通常使用体积小、重量轻、功耗低、视野大的显示管。驾驶员荧光屏显示面积小，需使用放大 5 ~ 10 倍的目镜来观察，因此，要求头盔显示管的亮度和分辨率要高。观察者通过眼前的目镜看清被放大并显示在显示管上的作战命令、战场实况、目标瞄准和启动控制等信息。它比直接用眼目视各类信息要方便和快捷，因此，是攻击型直升机和歼击机飞行员必备的显示装置。美空军作了对比，使用头盔显示器比不使用的杀伤率提高一倍，损失率降低一半，在同等时间内发射空空导弹数多一倍，反映出良好的作战效果。（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

touyingguan

**投影管**　projection tube　配以光学系统来产生投影图像的一种真空显示器件。投影管的工作原理与黑白显像管相同，由于投影管是将小面积的图像投射到大的屏幕上，因此，投影管必须是高亮度高分辨率的。例如使用 9 in 投影管背投影到 72 in 的大屏幕上，不计光路损失，面积增加 64 倍，要保持屏幕亮度与显像管一样，则投影管屏面亮度要比显像管高 64 倍。同样，对管子的分辨率也提出了苛刻的要求。这就要求电子枪发射的电子束束电流大且束截面小。为防止面板过热而炸裂，往往采用致密集层式荧光屏和液冷荧光屏面板，如图所示。彩色投影管主要用于家庭投影电视、会议室投影显示设备和军队指挥所大屏幕显示设备中。




液冷电磁聚焦投影管

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

touzhishi ganraoji

**投掷式干扰机**　expendable jammer　投放（或预置）到特定区域，对敌方电子设备实施干扰而不回收的一次性使用的电子干扰设备。投掷式干扰机通常采用飞机、无人机、火箭、炮弹、气球、伞翼和风筝等作为运载体，投放到敌方阵地上空、电子设备附近或被保护平台以外等区域对敌方电子设备实施干扰。可以是悬浮式或落地式的。悬浮式干扰机投放到敌方阵地上空或被保护平台以外，从有利的空间位置上对敌方电子设备实施压制性噪声干扰或欺骗性假目标干扰。悬浮式干扰机体积小、成本低，可大量使用，且能够辐射压制性和欺骗性干扰信号，灵活性好，干扰效率高。落地式干扰机投放到敌方电子设备附近，通过预编程设置，对敌方电子设备实施近距离干扰，具有高的干扰效率和好的干扰效果。

（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

tuji hangkongbing zhihui xitong

**突击航空兵指挥系统**　command system of strike air force　指挥突击组飞机突击敌方地面、水上目标、拦截敌方飞机、巡航导弹等空中目标的自动化系统。按军种分为海军突击航空兵指挥系统、空军突击航空兵指挥系统。按安装方式分为固定式突击航空兵指挥系统和机动式突击航空兵指挥系统。突击航空兵指挥系统由情报处理中心、指挥控制工作席位（包括指挥员、总领航员、作战指挥军官、侦察军官、气象军官等席位）、通信传输设备等组成。突击航空兵指挥系统的主要任务是受领上级作战号令，实时接收情报处理中心的综合情报，进行非实时战役战术计算，制定作战预案，对歼轰机、强击机、轰炸机等突击组飞机实施封锁机场、支援海面、支援地面、飞行安全管理等指挥引导解算，以及进行突击航空兵作战效能评估。对空实施话音或数据两种指挥方式。非实时战役战术计算包括：可用飞行资源的数量、按作战对象分配兵力和武器的方案、完成突击作战任务所必须的兵力和武器组成，以及计算由于敌人防空武器造成的己方飞机损失概率、航程和续航时间、作战时空计划表等。

（撰写：骆雯　审订：傅洪武）

tuxiang bianma

**图像编码**　image coding　模拟图像信号的数字化和相应的图像频带压缩技术。模拟图像信号的数字化是对信号在时间上抽样、幅度上分层并转换为数码的过程。这一典型的数字化过程大大增加对传输信道容量的要求。因此，在图像数字化的同时，往往必须进行频带压缩。图像压缩编码后的重建图像质量评价有主观量度和客观量度（相对于原始图像的失真），在研究图像编码时，往往同时采用主观和客观失真度量。实现图像压缩编码的基本途径是通过对图像信号样值去相关来消除信息的冗余度。图像信号的压缩方法可分成信息保持编码和非信息保持编码两大类，信息保持编码包括霍夫曼编码、算术编码和游程长度编码等；非信息保持编码是不可逆编码，利用人的视觉特性使解压缩后的图像所遭到的损失不为人们所察觉或尚可为人们所接受。传统的图像压缩编码方法有预测法（分为帧内和帧间预测）、变换法（如 DCT)、插值和外推（时间和空间域子抽样）、矢量量化和小波编码等。近十几年来，图像的压缩编码研究取得了丰硕的成果，已广泛应用于图像通信、电视会议、广播电视以及高清晰度电视。（撰写：诸庆麟　审订：程蝉）

tuxiang biaoshi

**图像表示**　image representation　将图像或图像中的某些部分（例如物体的轮廓）或某些区域用合适的数据结构或数学式子表示的方法。一幅图像通过分割和特征提取之后，往往被分成一些不同特征的部分。为了利用计算机对图像进行更高层次的处理（如进行图像景物理解、物体识别以及对图像进行各种描述等)，需要将这些特征的部分用合适的数据结构或数学式子表示出来。例如，通过对图像边界提取处理之后，图像中相互关联的边界被连接起来，它可以大致说明图像中

物体的形状。在轮廓提取的基础上，如果利用链码、傅里叶算子等方法将轮廓明确地表示出来，那么计算机就可以方便地判别出物体形状，进而达到检测、识别景物中物体或利用CAD技术来合成物体形状的目的。图像表示的几种常用方法是：轮廓表示法、区域表示法、几何特征表示法、矩表示法以及骨架结构表示法。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

tuxiang cengci bianma

**图像层次编码**　video hierachical encoding　码流结构具有层次性或分级性的一种图像编码技术。其总码流是由一个独立的基本层码流和若干个有序的增强层码流构成的。图像层次编码的关键特点是由总码流的一部分就能够重建出有用的图像。现有的图像层次编码方案很多，在MPEG－2中就有空间分层、时间分层和信噪比分层等。其他的方案还有子带分层、小波分层和塔形分层等。对于采用层次编码的图像码流，可以对不同层次采用不同的优先级或不同的保护措施进行存储传输，这样既能保障图像信息在有噪信道或媒体上的传送，又能满足各类用户对不同档次质量的需求。当然缺点是层次编码比非层次编码的开销大一些，效率低一些。

（撰写：戴井岗　审订：程　蝉）

tuxiang fuyuan yu chongjian

**图像复原与重建**　image restoration and reconstruction　在计算机图像处理中，对一些退化或劣化的图像，针对造成图像质量下降的已知原因，对图像进行校正处理、滤除退化痕迹，恢复图像本来面目的技术。它是用以改善图像质量的图像处理技术，能尽可能复现或逼近无退化的真实图像，也称图像恢复。图像退化大致有四种退化现象：即非线性退化、散焦退化、旋转运动模糊和随机噪声污染。图像复原一般是把图像退化数学模型化，用求逆运算的过程恢复原始的图像，所以人们把图像复原认为是图像退化的逆过程。图像重建可看成是特殊的图像恢复技术，它是根据被测对象的投影数据重建被测对象图像的技术。获得对象投影数据的方法有以下几种：放射法（对象本身放射能量）、反射法（对象反射电子束光或超声波等）、透射法（X射线透过对象）等。CT扫描仪就是利用X射线透射法重建图像的例子，在医学上称作计算机断层摄影技术。根据投影数据重建被测断面图像的方法，通常有五种：联立方程法、反投影法、傅里叶变换法、卷积法和逐次逼近迭代法。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

tuxiang tongxin

**图像通信**　image communication　指用电信号传输静止图像（包括文字、图形、图表、图片等）和活动图像的通信。在发信端利用光／电转换和扫描技术把图像变换成电信号，经信道传输到收信端，在收信端信号经过与发信端相反的变换后再现图像。图像信息大多呈现为平面上的亮度分布或光的反射系数的分布，为二维信号。图像发送末端设备（如电视摄像机等）根据光／电转换原理，将二维信号按某种扫描方式转换成一维（时间）电信号，它占据从接近直流的低频到最高图像频率的宽频带（如广播电视约占5 MHz带宽）。这样的信号要经过调制才能长距离传输。由于图像信号频带很宽，因此保证传输质量、节省频带和提高传输效率成为重要课题。近20年来，图像的压缩编码取得了很大进步（如JPEG、MPEG－2、H.261、H.263+等算法标准），而数字调制技术的进步也已使频带利用率大大提高（如64 QAM及16－VSB等）。因此在现有的模拟电视广播频道中（8 MHz带宽），已可传送4套标准清晰度电视信号或1套高清晰度电视信号。已调信号经过传输和交换，到达收信端，经解调／解码还原成模拟电信号，再由图像末端接收设备进行电／光转换，形成可视图像。常用的图像通信包括传真、可视电话、会议电视、静态图像通信、活动图像通信、交互型可视图文及广播型可视图文等。

（撰写：程　蝉　审订：李振邦）

tuxing shuru shebei

**图形输入设备**　graphic input device　将纸面上的图形线条、颜色、浓度转换成像素数据或将用来描述图形的数据和命令等转换成电信号输入计算机的一种设备。为完成图形输入，输入的像素还需要计算机将其处理成位图图像或矢量图形。位图图像适合于表现包含有大量细节的图像，如明暗变化、颜色等；矢量图形主要用于线型的图画、工程制图、美术字等。最常见的图形输入设备有扫描仪和数字化仪（参见扫描仪、数字化仪）。（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

tuxing xianshi zhongduan

**图形显示终端**　graphic display terminal　一种以显示由点、线组成的图形信息为主，也可以显示字符的终端设备。图形显示终端可采用单色或彩色显示器。它总是和计算机联机使用，在很大程度上依赖系统的软件来实现其功能。与字符显示终端不同，图形显示终端在视频控制方面需要增加图形通道，图形通道与字符通道的信息经视频叠加合成后，形成彩色监视器的输入信号R（红）、B（蓝）、G（绿）、H（水平）、V（垂直）。图形显示终端的主要技术指标如下：⑴屏幕坐标精度。以屏幕的左上角为坐标原点，从左至右的横坐标为$X$、自上而下的纵坐标为$Y$，$X \times Y$的像素数称为屏幕分辨率。常用的有$640 \times 480$、$1024 \times 768$、$1024 \times 1024$和$2048 \times 2048$等。⑵灰度和彩色等级。单色表示明暗层次的称灰度，灰度与彩色均以等级区分，等级越高表示层次越多。常用的有16、32、64等。⑶图形处理功能。常用的功能有：图形放大、平移、旋转、开窗与剪取等。图形显示终端常以其分辨率高和图像清晰见长，主要用于计算机辅助设计（CAD）、动态模拟、过程控制以及数据管理等领域。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

tuxing yonghu jiemian

**图形用户界面**　graphic user interface(GUI)　一种基于图形显示和鼠标器与键盘操作的人机界面技术。从1983年apple公司推出第一个具有图形人机界面的商品化软件machintosh系统以来，各计算机厂商相继推出了许多窗口系统和图形人机界面产品。其中有代表性的有：MS－Windows、X－Windows窗口系统、Sun News系统等，以及由Sun和AT&T公司推出的GUI标准Openlook。1989年开放软件基金会（OSF）发布的OSF/Motif标准，综合了X－Windows、PM、New Waves等系统特点。OSF/Motif建立在X－Windows系统上，用C语言写成，它可方便地被移植到各类计算机平台上。GUI是当今计算机用户界面的主流。它采用WIMP技术，即窗口（window）、图符（icon）、选单（menu）及指点设备（pointing device）技术，并以多窗口系统为主要软件、直接操纵为主要使用方法。GUI把人机界面中的观和感（显示和操

作)有机地结合起来，具有所见即所得、易学易用等特点，为用户所喜爱，且被越来越多的软件系统所采用。

（撰写：张晓先 审订：瞿兆荣）

tuceng xitong peizhi

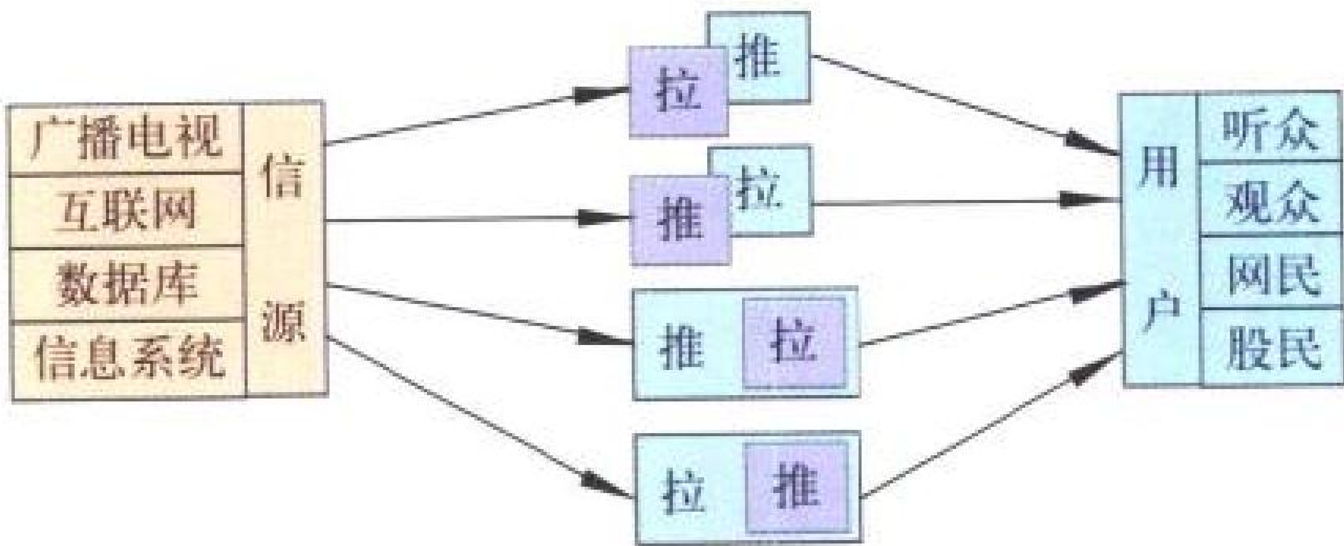
**涂层系统配置** coating configuration 由同种或异种涂层组成的系统。涂层系统通常由底层和面层组成，必要时还可以包括中间层。底层是处于中间层或面层之下的涂层，或直接涂于基底表面的涂层；中间层是处于底层和面层之间的涂层；面层是处于中间层和底层之上的涂层。涂层系统按其作用可分为三类：(1)装饰性涂层系统，以装饰作用为主，同时对产品起防护作用；(2)防护性涂层系统，以防护或伪装作用为主，同时对产品起装饰作用；(3)特种涂层系统，可满足某种特殊性能要求。正确合理地选择涂层系统应考虑基体材料类别、使用条件、使用要求、涂层系统性能、施工环境、环保要求等影响因素。（撰写：王愚 审订：张为民）

tuisong yu tuoye jishu

**推送与拖曳技术** push and pull 一种万维网(WWW)上服务器和客户机之间的通信连接技术。信息的“取”和“送”，分别对应于“拉(pull)”和“推(push)”。所谓“拉”，就是通过全球联网，从浩瀚的信息海洋中寻觅信息，“拉”回来供用户使用。所以“拖曳”又称“拉取”。所谓“推”，就是“Web广播”，能够自动搜集用户最可能发生兴趣的信息，将其定期推入用户机硬盘以备取用，免除用户四处寻觅之劳，帮助用户高效率地发掘有价值的信息。推送与拖曳两种技术在信息的针对性、及时性、用户要求满足性和信息寻觅便捷性方面互为其反，如表所示。在实际应用中，往往采用两者相结合的“信息推拉”技术，如图所示。包括有：(1)“先推后拉”式，用户先及时地推送最新信息(更新的动态信息)，然后浏览信息变化的新情况和趋势，有针对性地拉取所需的信息；(2)“先拉后推”式，用户先拉取所需信息，然后根据兴趣再有针对性地推送相关的其他信息；(3)“推中有拉”式，在信息推送过程中，允许用户随时中断和定格在所感兴趣的网页上作进一步的搜索，主动拉取更丰富的信息；(4)“拉中有推”式，在用户拉取信息的搜索过程中，信源根据输入的关键词主动推送相关信息和最新信息。这种“信息推送与信息拉取”的结合，既可以及时而有针对性地为用户服务，又可减轻网络的负担和便于扩大用户范围，是当前因特网/内联网/外联网、数据库系统及其他信息系统为用户提供主动信息服务的一个发展方向。

**推送与拖曳技术比较表**

| 特性＼模式 | 信息推送 | 信息拉取 |
|---|---|---|
| 针对性 | 差 | 好 |
| 及时性 | 好 | 差 |
| 用户要求 | 低 | 高 |
| 信源任务 | 重 | 轻 |



信息“推—拉”结合方式图

（撰写：邵培南 江水 审订：瞿兆荣）

tuisuan daohang

**推算导航** dead reckoning navigation 初始出发位置已知的运动体(如飞机、舰船和地面车辆等)在航行过程中，对其航向、航速和所经历的时间保持不断测量，并以这些测量值为基础进行运算，以获知其当前位置的导航方法。推算导航是自古有之的导航方式之一。从最古老的利用记里鼓、指南车等简单工具来推算路程，到现在飞机上借助于磁罗盘、空速表和航空钟来推算位置，都是推算导航的实际例子。当今广泛使用的惯性导航系统(INS)和多普勒导航系统(DNS)也都是基于推算导航的原理，所不同的只是它们测量速度和测量航向的方法各异，性能也不一样。推算导航系统不依赖于外界的导航台，属于自主导航系统，而需要有设在地面或其他地方的导航台才能产生导航信息的系统叫做非自主式导航系统。（撰写：谢洪华 审订：邱致和）

tuoye guanglan

**拖曳光缆** towed optical cable 一种连接拖曳声呐系统和舰船的光缆。缆中有光纤和金属导线。拖曳光缆在海水中工作，常受拉伸、弯曲、冲击、扭转、挤压和反复收放等强力作用。因此，要求该种光缆有耐腐蚀、耐磨损、高强度和水密封等性能。

（撰写：李明弟等 修订：吴永生 审订：梅遂生）

tuoyeshi you'er

**拖曳式诱饵** towed decoy 由载体拖曳，与载体一起运动，并与载体相距一定距离的假目标装置。它能模拟被掩护目标的信号特征和运动特征，引诱或欺骗敌跟踪和制导雷达，特别是单脉冲跟踪雷达，具有欺骗性强和成本低的特点。拖曳式诱饵目前一般用于保护飞机和舰船。机载拖曳式诱饵平时置于专用的机舱内，使用时由助推器将其发射出去。舰载拖曳式诱饵平时装在容器内，使用时用小船或气球等载体拖曳。拖曳式诱饵既可以一次使用，也可以回收重复使用。过去的拖曳式诱饵大多采用角反射器和金属网等无源假目标。目前多采用更先进的小型回答式欺骗干扰装置。它主要有两类：(1)用电缆牵引的简单的直接转发式(无调制)干扰诱饵；(2)用光纤牵引的应答式(加各种调制)的欺骗干扰雷达诱饵。拖曳式诱饵具有干扰及时、干扰可靠的特点。采用拖曳式诱饵对付现代雷达威胁是增强平台自卫生存能力的一项重要措施，是一种费效比极佳的电子战手段。


美国ALE-50机载拖曳式诱饵

（撰写：朱松 审订：吕连元）

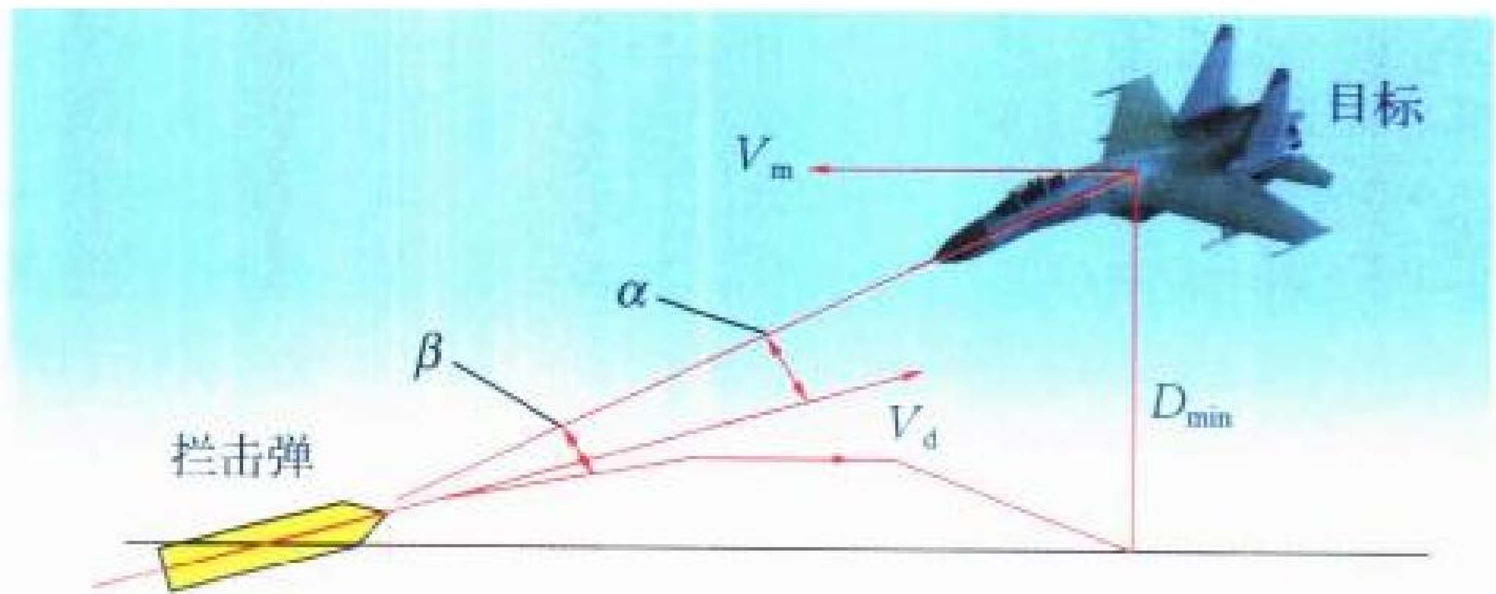
tuobaliang biaoliang celiang xitong

**脱靶量标量测量系统** target undershoot scalar measurement system 在制导武器试验中，用于测量弹与目标间距离和速度标量的技术设施。该系统用于评定武器的攻击性能和杀伤

效果。设备的使用可以大大地减小制导武器在打靶试验中的损失。实现测量的体制主要以运动坐标系为主的测量、将坐标系放在弹或目标的某一个上面，从而测出二者的相对位置和相对运动参数。由于将测量设备置于二者之一，因而测量精度只与两者相对位置有关，故测距精度较高。测量设备有以下几种：多普勒系统、泊拉米系统、有源雷达系统、连续波系统。其特点是设备较为简单，但要求体积小，重量轻、耐冲击振动。这种测量系统一般不能提供多目标综合数据，也不能提供矢量遭遇参数。其作用距离 10～100 m，测距精度小于 3 m。（撰写：李天佑 审订：张 军）

tuobaliang shiliang celiang xitong

**脱靶量矢量测量系统** target undershoot vector measurement system 测量弹与目标间距离和速度矢量（弹与目标的方向角度）的技术设施。该系统用于鉴定武器系统的制导精度；记录弹与目标遭遇段的实际情况，从而评定武器攻击性能和杀伤效果；测量起爆时刻以及弹与目标的相对位置和姿态，从而评定引信和战斗部的配合情况。设备的使用可以大大地减小制导武器在打靶试验中的损失。其实现测量的技术手段主要是地面坐标系测量的高精度电子外弹道测量设备或雷达、光学经纬仪等。其特点是测量距离远、可完成多目标测量，它不仅能给出弹与目标遭遇段的诸测量参数（见图）、同时也能给出施放多发弹的综合效果、但测量系统的设备较为庞大复杂。图中 $D_{min}$ 为最小脱靶距离（弹通过目标时、距目标最小距离）；$V_m$ 为目标速度矢量；$V_d$ 为弹速度矢量；$\alpha$ 为爆炸时姿态角（弹轴线与弹和目标连线的夹角）；$\beta$ 为前置角（弹运动方向矢量与弹和目标连线的夹角）。用多台设备构成的脱靶量测量系统其作用距离可达数十千米到数百千米、测距精度小于 1 m、测角精度 0.004～0.0001 mil。



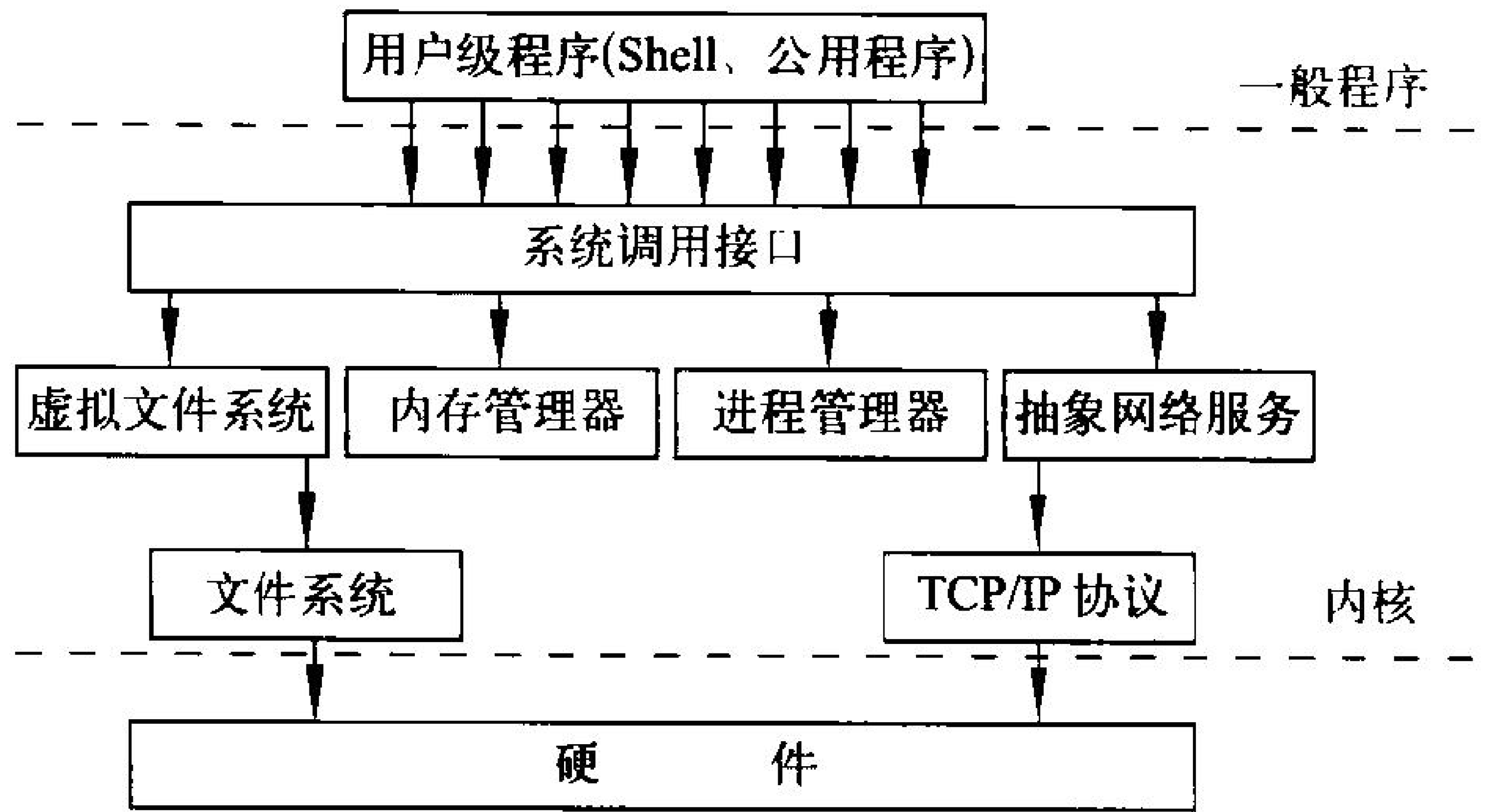

脱靶量矢量测量原理图

（撰写：李天佑 审订：张 军）




Unix caozuo xitong

**Unix 操作系统** Unix operating system 一种通用的、多用户交互式分时操作系统，是目前使用广泛、影响较大的主流操作系统之一。由于其结构简单，功能强大，而且具有移植性好、兼容性较强以及伸缩性和互操作性强等特色，故被认为是开放系统的代表。Unix 操作系统于 20 世纪 60 年代末诞生于美国 AT&T 公司贝尔实验室。1973 年，用 C 语言重写。1974 年后，开始出现不同版本的 Unix、最著名的是美国加州大学伯克利分校的 BSD 版本。1984 年，电气与电子工程师协会（IEEE）制定基于 Unix 的“可移植操作系统环境”的 POSIX 标准。1988 年，AT&T 公司与 SUN 公司开发的 Unix SVR 4 成为事实上的工业标准。Unix 的体系结构包含三个基本成分：内核、Shell 和公用程序，如图所示。内核负责进程调度以及计算机系统的基本资源的组织和管理；Shell 是一种命令解释程序，它的基本功能是解释用户命令并调用相应程序完成命令的执行；公用程序是 Unix 系统提供给用户使用的常用标准应用软件。Unix 操作系统今后发展的趋势是在统一化、标准化的前提下，巩固和发展 Unix 系统网络通信功能。




Unix 系统结构图

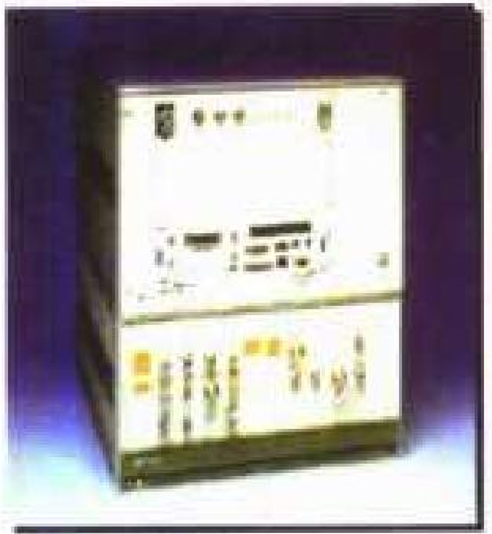
（撰写：张 激　李双全　审订：瞿兆荣）

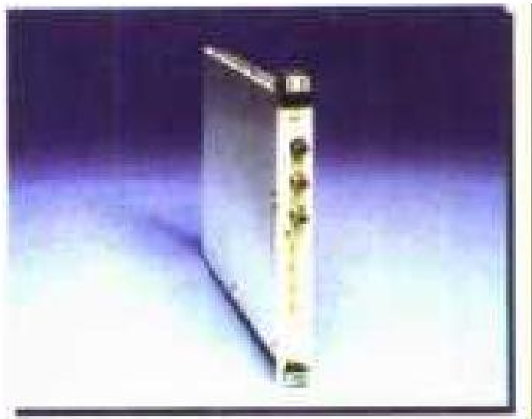





VXI zongxian xitong

**VXI 总线系统** VXI bus system 采用VXI总线的模块化仪器系统。由于系统是建立在标准化基础上的开放式系统，并且采用模块化结构，具有高度灵活性，易于构成各种仪器系统。VXI总线系统结构允许不同厂家的各种仪器、接口插板或计算机，以模块形式共存于同一VXI总线主机箱中。可以通过主机箱外的外部控制器或嵌入主机箱内的内部控制器来实现对VXI总线系统的控制。外部控制器的翻译器和接口以及内嵌式控制器通常放置在VXI主机箱的零号槽位置，称为零槽模块或零槽控制器。除了具有计算机或翻译器及接口功能外，还有公共系统资源及资源管理的功能，以完成对公共时钟信号、触发信号、中断优先及中断响应等信号的驱动和管理





VXI 总线主机箱与插板

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）




WGS 84 zuobiaoxi

**WGS-84 坐标系** world geodetic system-84 (WGS-84) coordinate system 美国国防部的全球大地坐标系统。WGS-84 坐标的原点在地球质心，$Z$ 轴指向协约地球的北极 (CTP) 方向，CTP 由国际时间局(BIH)基于其监测站的坐标定义。$X$ 轴是 WGS-84 子午面与 CTP 所定义的赤道面的交线。WGS-84 基准子午线与国际时间局基于其测量组坐标定义的零子午线相同。$Y$ 轴在 CTP 赤道平面内向东转 90° 而构成右手系。WGS-84 坐标系的原点和坐标轴也同时是 WGS-84 椭球体的几何中心和椭球体的 $X$、$Y$、$Z$ 轴。因此，WGS-84 坐标的 $Z$ 轴是 WGS-84 坐标椭球体的旋转轴。开发 WGS-84 坐标的最初目的是为美国军方导航和武器系统提供更精密的大地测量数据和引力数据，另一目的是提供一种把世界各国的局部大地系纳入美国的惟一地心坐标系中的手段，以符合美国的全球战略需要。WGS-84 坐标系的基本部分是不保密的，但与之相关联的地球引力模型 (以及和它相应的大地水准面) 的球谐波函数展开式的次数 $n$ 和阶数 $m$ 大于 18 时，则保密。 (撰写：丁 群 审订：邱致和)

Windows caozuo xitong

**Windows 操作系统** Windows operating system 一种在 PC 机上运行的、支持多道程序协同工作的窗口操作环境的系统软件。该系统由美国 Microsoft 公司开发。1985 年问世的第一版 Windows 是作为对 DOS 的图形化扩充而推出的。它主要由内核、图形设备接口和用户模块三个基本模块组成。多任务的图形化的用户界面、事件驱动的程序运行方式和标准的应用程序界面是系统的主要特征。1987 年推出的 Windows 2 具有互相叠盖的多窗口界面形式，并支持扩展内存。1990 年推出的 Windows 3 为程序开发提供了功能强大的窗口控制和能力，并支持 16 M 内存寻址，提供一定程度的网络支持。1993 年推出的 Windows NT 采用了客户—服务器与层次式相结合的模型，体现了微内核结构。1995 年推出的 Windows 95 能提供一个完整的集成化的 32 位操作系统，支持可抢占多任务和多线程，提供网络、多媒体等功能。2000 年推出的 Windows 2000，与 Windows NT 相比较，在易管理性、可靠性、操作性、可伸缩性和安全性等方面得到加强和提高，并增加智能 I/O 等新技术。2001 年 2 月又推出支持 64 位操作的Windows XP，该系统考虑到家庭联网和数码多媒体应用等方面要求，整合了“对等”网络和因特网技术，并提供了对视频、音频和动画的通信支持。

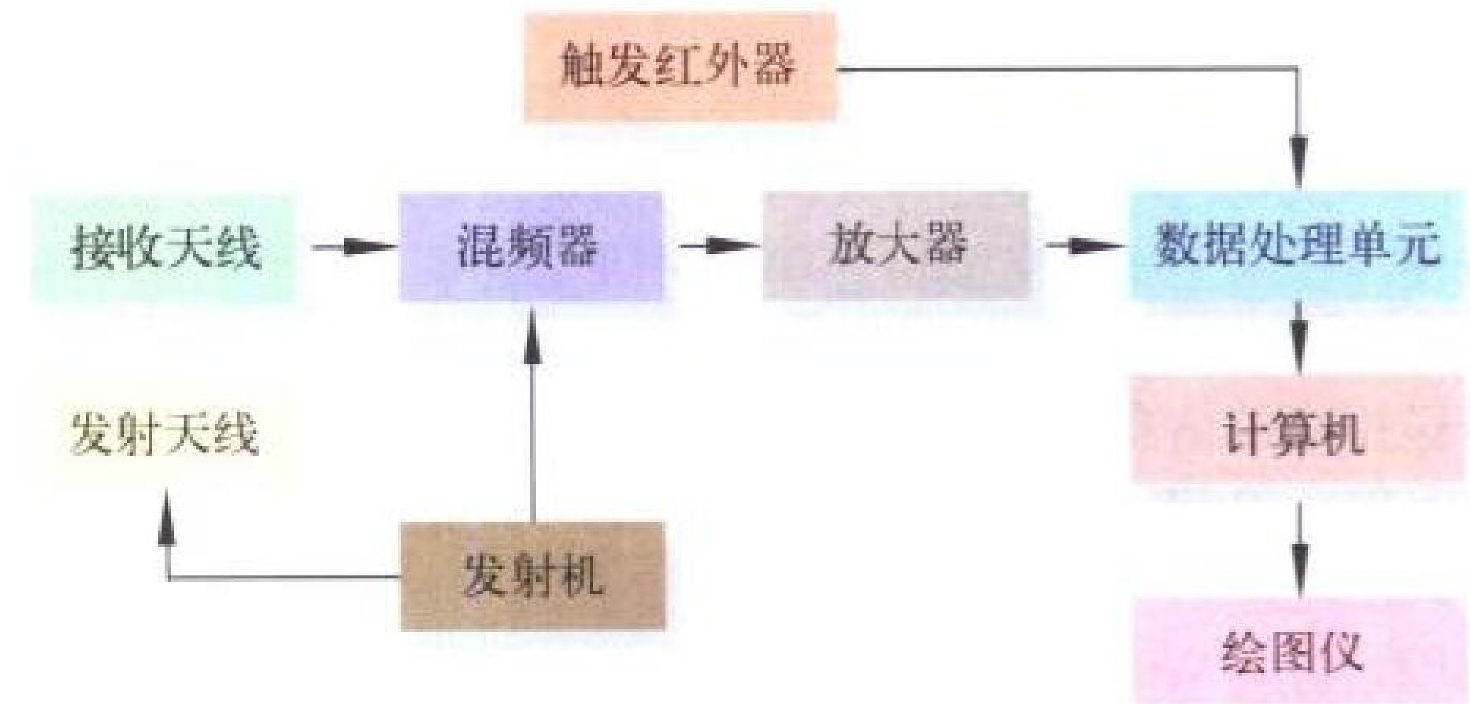
(撰写：张 激 李双全 审订：瞿兆荣)

waidandao cesu leida

**外弹道测速雷达** exterior ballistics velocity measurement radar 利用多普勒效应测量弹丸外弹道飞行参数的技术设施。用于武器研制、定型试验和武器射表编制。雷达系统的主要组成部分如图所示。雷达的发射机产生频率稳定的高频振荡，通过发射天线对弹丸连续发射，接收天线接收被弹丸反射的回波，经混频器与发射频率进行差频，得到多普勒频率 $f_d$，$f_d$ 与弹丸相对于雷达天线的径向飞行速度 $v_r$ 有如下关系

$$v_r=\left(\frac{c}{2f_0}\right)f_d$$

式中 $c$ 为电磁波传播速度，即光速；$f_0$ 为发射频率。$f_d$ 经放大送入数据处理单元进行处理，得到弹道各点相对雷达的径向速度。然后根据炮口与到雷达天线间的几何关系，把相对于雷达的径向速度换算成相对于火炮的径向速度 (称为速度的位置修正)。在弹道直线段上，可把相对火炮的径向速度视为切向速度。在弹道曲线段上可以根据天线的视角 (天线到弹丸的连线与水平面的夹角) 变化把径向速度转换成切向速




测速雷达系统的组成

度。最新的多普勒测速雷达带有计算机和跟踪接收机，能控制天线伺服机构实现对各种弹丸实施程控和自跟踪测量，实时输出切向速度、加速度、飞行距离、弹道高度以及阻力系数等弹道参数，并可绘制出各种弹道参数对时间的曲线图。

(撰写：陈 旸 审订：孙 鉴 曾晏中)

wailianwang

**外联网** extranet 一个使用因特网/内联网技术使企业与其客户和其他企业相联来完成其共同目标的合作网络。外联网是将 TCP/IP 网络互联技术用于保证各企业或组织的线路上不同提供者之间互操作性的结果。外联网是带有一个因特网连接的一种内联网，而该内联网可以允许某些方式下的对外活动 (外面可以是浏览 WWW 的漫游者，也可以是商业伙伴等)。外联网是一种网络互联的技术，而不是一个具体的网络，是实现企业网 (如内联网) 通过公用网 (如因特网) 进行互联的技术，或者视为一个由多个企业或组织合作共建的、能被合作企业的成员访问的更大型的虚拟企业网。外联网访问是半私有的，用户是由关系紧密的企业或组织组成的小组，信息在信任的圈内共享。由于外联网主要用于互联合作企业的网络，并且交换仅限于这些企业共享的信息，因此，安全和可靠是外联网建设的主要考虑因素，可采用的技术包括隧道技术、访问控制技术、身份认证技术等。由于其主要是合作企业间的互联网络，安全和可靠方面还有待于加强，所以其应用还不如因特网广泛。随着安全和可靠等网络技术的发展，外联网技术将日趋完善。

(撰写：吴荣泉 吴丽平 审订：瞿兆荣)

wanquan baomi tizhi

**完全保密体制** perfect secrecy system 在惟密文攻击情况下，理论上不可破的一种保密体制。在这种体制中，不同的密钥数量至少和可能的明文数量一样多。假定有一个具有有限的明文空间 $M=\{m_1, \cdots, m_n\}$，具有有限的密文空间 $C=\{c_1, \cdots, c_n\}$，以及变换 $T=\{t_1, \cdots, t_n\}$ 的密码体制，还假定对任意 $m_i$ 的而言，被发送的先验概率是 $p_i(m_i)$，如果密码分析者截取了一段特定的密文 $c_j$，他就可以计算被发送的后验概率 $p_j(m_i)$，如果对每个明文 $m_i$ 和每个密文 $c_j$，有

$$p_j(m_i)=p_i(m_i)$$

那么该密码体制就是完全保密的。一次一密乱码本是该体制的一个实例。 （撰写：李 川 审订：穆良知）

wanweiwang

**万维网** world wide web (WWW) 一种基于超媒体的、使用户能以统一和简便的方式在因特网上检索和浏览信息的广域信息查询设施。万维网把链接在因特网上的不同的主机或专用服务器上存放的信息以超媒体方式链接在一起，实际上形成了全球范围的信息共享网络。万维网最早是由欧洲经济共同体核物理研究中心开发的，目的是使全球的物理学家能方便地在网上相互交流信息和探讨研究成果。万维网基于客户/服务器模式，其客户端的用户通过 Web 浏览器向服务器传送用户的信息需求。在每个 WWW 服务器 (即 Web 站点) 上存储一组超文本页面，服务器与客户端通过传输协议 (如 HTTP) 建立一个连接。然后，服务器用统一资源定位器 (URL) 访问 Web 页面。从 Web 站点的首页出发可以连接到本站点的其他页面或别的站点，以游遍全球的 WWW 资源。万维网浏览器 (客户端) 的主要功能是读取因特网上的各种资源，如：(1) 查询浏览功能，下载 HTML 文档，解释 HTML 所描述的文本、图表、声音、动画和超链接；(2) 文件服务功能，对正在查阅的文档可以前后浏览、保存、复制或打印；(3) 热表管理，保存用户刚刚访问过的 WWW 地址，即“热表”，当用户想要回到刚才曾访问过的某网址时，可以从热表中快速切换；(4) 提供其他的因特网服务，如：TELNET、USENET、E-mail 等。WWW 已经广泛应用于各行各业，并逐步进入家庭。 （撰写：邵培南 王金华 审订：瞿兆荣）

wanweiwang anquan

**万维网安全** world wide web (WWW) security 狭义的 WWW 安全是指一个 WWW 站点的安全，而广义的 WWW 安全则涉及 WWW 站点安全、网站内容安全、交互过程安全、用户安全、基于 WWW 的应用系统 (如基于 WWW 的电子交易系统) 安全等方面。WWW 安全问题的解决则需要针对上述安全内容，分析 WWW 系统的安全威胁、攻击后果等，并采取相应的安全措施。常见的解决 WWW 安全措施有：采取系统安全措施 (如漏洞检查、入侵检测等)、系统完整性保护措施、安全套接层协议 (SSL)、安全电子交易协议 (SET) 等，这些安全措施分别解决 WWW 安全的不同方面的问题。 （撰写：张建军 审订：黄月江）

wangguan

**网关** gateway 又称协议转换器。在开放系统互联参考模型 (OSI / RM) 的高层 (运输层到应用层) 实现不同网络协议之间互相转换的设备。用网关互联的采用不同协议的两个网络，在物理上可以是同一个网络，这种情况相当于连接的是两个逻辑网。例如，在同一个以太网上，一部分工作站运行 TCP/IP 网络软件，另一部分工作站运行 DECnet 网络软件，这种情况下的以太网实际上分成了两个逻辑网：TCP/I P 网和 DECnet 网。更一般的情况是用网关来连接两个具有不同的网络协议且物理上互相独立的网络。这两个网络的类型可以是不同的，如局域网和广域网，也可以是相同的，但具有不同的高层协议。虽然原理上可以用一个网关来实现多个网络的互联，也就是多种协议之间的转换，但是由于协议转换的复杂性，网关一般只作一对一的协议转换或少数几种应用协议的转换。还没有完全通用的协议转换设备。

（撰写：张金荣 审订：林宝光 张学孝）

wangluo anquan

**网络安全** network security 保护网络免受未授权的访问或使用而采取的措施。包括对网络物理设施、软件、数据、人员的安全保护。网络安全可分为物理安全和信息安全两方面。物理安全主要涉及工作环境、人员及设备的安全，如解决水灾、火灾、盗窃、人为破坏、电磁辐射等带来的安全问题，解决方法主要有工作环境的防护处理、人员出入的身份核查、电磁辐射的屏蔽、设备的物理加固处理及物理保护处理等方面。信息安全又可分为存储安全和传输安全两方面，存储安全主要涉及对静态存储信息的非法访问、对存储信息的窃取、对存储信息的破坏等安全问题，解决方法主要有认证和授权、访问控制、数据加密、数据的完整性保护、数据备份、病毒防护等；传输安全主要涉及对用户身份的假冒、对传输信息的非法窃听、对传输信息的破坏 (篡改)、拒绝服务等方面，解决方法主要有电子身份认证、传输加密、数据的完整性保护、审计、安全检测、访问控制等。

（撰写：李 川 审订：穆良知）

wangluo caozuo xitong

**网络操作系统** network operating system (NTOS) 为计算机网络配置的一种带有通信软件的操作系统。它是使网络上各个计算机能方便而有效地共享网络资源，为网络用户提供所需的各种服务软件和有关规程的集合。NTOS 是网络用户与计算机网络之间的接口。一个典型的 NTOS，通常具有以下特性：(1) 支持多任务处理，提供标准的文件管理操作以及多用户并发访问的控制能力；(2) 提供完备的网络安全性措施，以控制对网络资源的访问；(3) 提供强有力的网络可靠性措施，最大限度地保证网络系统的稳定和可靠的运行，并对网络的关键部件有系统容错能力；(4) 支持当前流行的多种网络协议 (如 TCP / IP、TPX / SPX 等)，提供开放的网络系统接口，允许多种网络协议共存于同一网络中，使用户能够透明地访问网络资源；(5) 支持广泛的客户系统，允许用户根据自己的需要选择各自的客户操作系统；(6) 通过必要的界面和手段为用户提供管理网络及其资源的能力；(7) 为客户提供充分的网络服务 (如文件服务、电子邮件服务、目录服务、数据库服务等)，并允许接纳新的网络服务。NTOS 的最基本成分是文件服务器、目录服务器和网络服务。文件服务器实现文件系统的共享，而目录服务器实现网络资源的层次化管理。

（撰写：张 激 李德启 审订：瞿兆荣）

wangluo fuwuqi

**网络服务器** network server 泛指信息网络中的一类计算

机平台或站点，由计算机和各种服务软件组成，能向网络客户提供各种信息服务。它与商务或军事使命的所有活动有关，提供全范围的应用服务，能够创建、格式化、成文、存储、查找、销售、显示所有活动的内容和应用，承担了“基础设施角色”的作用，在功能术语中称作网络服务，实现这类功能的服务器叫做网络服务器。网络服务器的主要功能包括：(1) 分布式信息应用服务，在通用、分布的平台上支持信息应用与服务，包括网络应用、文电往来、目录服务、信息资源导航、安全、付费、浏览和查找等；(2) 分布式信息处理和存储服务，在处理平台上提供数据存储服务和分布式信息处理服务；(3) 网络连接和通用通信服务，为数据、话音、视频和多媒体提供通信服务；(4) 其他服务，利用网络的支持，促进增值服务和新型应用的生成等。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

wangluo geli

**网络隔离**　network isolation　为使网络免遭外部攻击和使网络上的敏感信息的流动受控而采取的一种保护措施。它可分为两大类：(1) 物理隔离，采用物理手段将所保护的网络从物理上与其他的网络隔离，使得所保护的网络没有物理信道与其他网络连接，信息传递通道被完全彻底隔断；(2) 逻辑隔离，采用安全设备将所保护的网络与其他网络进行逻辑隔离，所保护的网络和其他网络两者与安全设备都有物理连接，但所保护的网络与其他网络之间没有直接的物理连接，网络间的信息传递需经过安全设备的处理后才能进行。逻辑隔离最典型的安全设备就是防火墙。目前，物理隔离常用于保护高度机密的网络，而逻辑隔离在几乎所有网络互联中都普遍采用。

（撰写：李　川　审订：穆良知）

wangluo gongju ruanjian

**网络工具软件**　network tool software　由一个或一组可执行的程序所组成并在网络环境中使用的软件工具，其主要功能是为了满足用户上网的需求，提高用户的上网效率或解决用户在上网时遇到的问题。网络工具软件的种类很多，主要有：网上浏览工具，包括各种浏览器；主页制作工具，帮助用户以直观简单的方式制作主页；在线计时工具，计算用户上网的时间和费用；拨号工具，用于电话拨号上网；搜索工具，包括搜索 IP 地址、搜索特定的内容等；网络电话，利用网络实现普通电话功能；网上联络工具，包括网络寻呼机，网络传真等；下载工具，加快用户下载速度，保证下载质量的软件；电子邮件，为用户收/发电子邮件提供方便的软件；离线阅览工具，为节省用户上网费用，先将用户感兴趣的内容下载存储，断线后用户可以详细浏览。网络加速工具，一般指提高 Modem 的传输速度的软件；服务器软件，用于建设网站所必须的软件等。随着计算机网络应用的普及，网络工具软件的品种和功能会更加丰富。

（撰写：吴荣泉　江　水　审订：瞿兆荣）

wangluo gongfang

**网络攻防**　network attack and defence　网络攻击与防御的简称。网络攻击是指任何破坏网络系统的未经授权的行为。网络防御是指采取技术和管理的手段来保护网络系统，使之免遭攻击。网络攻击由攻击者、攻击对象、攻击过程构成，可分为两类：(1) 物理攻击，采用各种手段破坏网络系统的物理设施，使网络系统瘫痪；(2) 主机攻击，采用信息技术手段，通过网络连接，对网络系统中的主机进行非授权的访问、信息窃取，甚至使网络系统瘫痪。网络防御是一个系统性的工作，包括外部防御、内部防御、主机安全环境、入侵检测系统等。外部防御包括数据加密、网络隔离等。内部防御包括防火墙隔离和路由器的多层次过滤、数据加密、安全监控等。此外，入侵检测告警、安全审计等也是内部防御必不可少的环节。

（撰写：李　川　审订：穆良知）

wangluohua zhizao

**网络化制造**　network based manufacture　借助计算机网络的功能进行的制造。面对市场机遇，针对某一特定产品，利用以因特网为标志的信息高速公路，灵活而迅速地组织社会制造资源，把分散在不同地区的现有生产设备资源、智力资源和各种核心能力，迅速地组织成一种没有围墙的、超越空间约束的、靠电子手段联系的、统一指挥的经营实体，以便快速推出高质量、低成本的新产品。计算机与信息技术的进步对制造业的发展产生了巨大的影响，制造企业的发展表现出高技术化、组织结构扁平化及合作关系网络化等特征。网络化技术与信息技术的发展，又促进了异地设计、异地制造、并行设计的发展，自动化程度日益提高。网络化制造具备下列特点：(1) 具有联网捕获机遇，快速开发新产品能力；(2) 具有通过网络实现编程可重组的、模块化的加工能力，以实现快速生产新产品及各种各样的变形产品，达到同一类产品的价格和生产批量无关；(3) 具有通过网络按定单生产，以合适的价格满足顾客定制产品或顾客个性产品要求的能力；(4) 入网各企业应具有高效动态合作能力，产品越来越复杂，任何一个企业都不可能快速且经济地设计、开发和制造一个产品的全部，必须倚重企业间合作；(5) 在网络化制造过程中，由于组织和设备可重组，借助动态合作，生产设备及生产能力可以认为不受限制，可极大提高批量生产能力；(6) 参与企业组织上的扁平化，一个企业并非以其全部参加网络联盟企业，从效益考虑可能是部分参加，并且这部分与原企业各有关部门的联系要求通畅、迅捷，为此，企业结构应减少层次，即向扁平化发展。

（撰写：张为民　审订：周德俭　李怀霞）

wangluo jiekou dianlu

**网络接口电路**　network interface circuit　多个计算机系统通过网络传输信息时使计算机系统接入网络的接口电路。不同的网络具有不同的信息传输协议及物理要求，因而需要配备不同的网络接口电路。一般来说，网络接口电路应实现信息取样，字符的分解与组合，进行串/并转换，同步信息发送，差错的检测和恢复，报文的传输控制及处理。网络接口电路可以是由中央处理器 (CPU) 来组成的一个小系统，也可以由几片大规模专用集成电路来实现。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

wangluo ronghe

**网络融合**　network merging　通信网体系从以不同网络提供不同服务的模式向以统一的网络提供多种服务的模式发展的过程。传统的通信网包括针对不同服务建设的不同网络，主要有以话音通信为主的电信网、以数据通信为主的计算机网和以电视传送为主的电视网。目前，这些网络均有向综合业务发展的趋向，但是它们处于独自运营状态，难以达到最佳的性能/价格比。如果能将这些网络有机地融合在一起，

在统一的信息基础设施之上，同时承载不同特性的业务，并能满足这些业务所要求的通信质量，便可按用户的需求向其提供不同的服务，包括话音、图像、数据等，并且可提高通信网的性能/价格比。网络融合是未来网络发展的方向。

（撰写：温蜀山　审订：李振邦）

wangluo xieyi

**网络协议** network protocol　网络系统操作的一组约定和规则。包括：(1) 通信环境；(2) 定义所传输消息及其意义的词汇表；(3) 词汇表所规定的每个消息的编码格式；(4) 保证所交换信息和用户要求一致的各种时序、规则和过程。协议有高低层之分。例如，在局部区域网络上使用的以太网协议是低层协议，对复杂的在因特网中使用的 TCP/IP 协议和 FTP 协议等是高层协议。为了对复杂网络系统的问题通过分解来分别处理，采用协议分层的思路是可取的。协议分层后，产生协议堆栈，栈中每一个协议层对应一个软件模块，完成对一个子问题的处理。网络功能分层后，不同计算机的相应层之间可以进行对话，对话的规则和惯例就是该层的协议。因特网中应用的网络协议（TCP/IP 协议套）已标准化，正作为一种事实标准被广泛采用。

（撰写：吴荣泉　吴丽平　审订：瞿兆荣）

wangluo yu wangluo fenxi

**网络与网络分析** network and network analysis　将被测器件或电路等效成单端口或多端口网络，通过研究其参考面上的某种输入量和输出量之间的关系就可得到一组表征网络特征的参数。一个网络可能会有多个端口，通过特定的处理，多端口网络可以转化为二端口网络，二端口网络是最基本的网络形式。网络分析以测量二端口网络 $S$ 参数为基础，通过运算可以推出 $Y$ 参数、$Z$ 参数和 $H$ 参数等。网络分析分为标量网络分析和矢量网络分析，标量网络分析只能测量网络的幅频特性，而矢量网络分析可同时测量网络的幅频特性和相频特性。

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

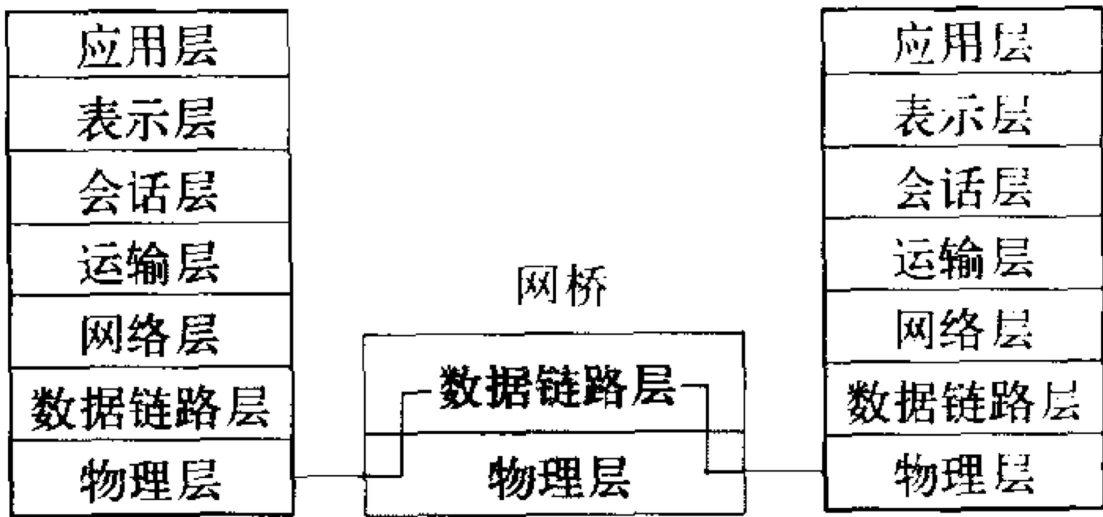
wangluozhan

**网络战** network warfare　对敌方计算机网络的攻击或利用和防卫己方计算机网络的行动。网络战是信息战的组成部分。计算机网络的通信子网包括局域网、城域网、广域网、远程网、国家信息基础设施、国防信息基础设施、全球信息基础设施和军事卫星通信网等。各种信息基础设施在信息进攻面前具有较大的脆弱性，故信息基础设施的防卫成为信息基础设施设计与建设的关键问题。致使国家（国防）信息基础设施瘫痪的网络战将影响国计民生和军事作战，带有全局性和战略性，故可将对国家（国防）信息基础设施攻击的网络战称为战略性信息战，其后果不亚于大规模杀伤武器。网络战攻击的方式可以是截获情报、发出欺骗信息、阻塞网络、施放各种计算机病毒、物理破坏网络等。网络战可以是国家行为、集团行为或个人行为。

（撰写：刘兴　审订：彭永录）

wangqiao

**网桥** bridge　在开放系统互联参考模型（ISO/RM）的第二层——数据链路层上实现中继的一种网络互联设备（如图所示）。网桥是连接两个或多个局域网的一种设备。具有差错检验、寻址和路由选择等功能，并采用存储转发方式。用来连接两个局域网的网桥叫做双边网桥，用来连接 K 个局域网的网桥叫做 K 边网桥。一般的网桥连接同类型局域网，这样的网桥比较容易实现。实现不同类型局域网互联的网桥比较复杂。为了使不同类型的局域网能够互联，有两种不同网桥方案可供选择：透明网桥和源选路网桥。用网桥来互联局域网，利用网桥的筛选功能，可以适当地隔离不需要传播的信息，从而改善网络的性能，提高整个互联网的吞吐量和网络响应速度。此外还可以防止某些结点的故障波及到整个互联网，可以提高互联网的安全性和保密性。




网桥在数据链路层上互联网络

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

wangtai fenxuan

**网台分选** net sorting　在多个无线通信网（台）同时工作时，将其中的一个或几个通信网（台）分离出来的过程。网台分选有定频网台分选和跳频网台分选。跳频网台分选又有非正交跳频网台分选和正交跳频网台分选两种。网台分选一般采用频域分选、时域分选、空域分选和特征参数分选等方式或这几种方式的组合。网台分选在通信对抗中常用来进行目标属性的识别和战场电磁态势的建立等，其作用是非常重要的。跳频网台分选除了上述的作用外，在跳频通信解调和跳频跟踪干扰中具有极其重要的作用。其主要理由是：(1) 跳频侦察需要获取跳频网的频率集和跳速等信息，而这些信息的获得主要是通过网台分选来完成的；(2) 网台分选是跳频解调的前提与基础，利用网台分选获取不同跳频网的频率集和跳速信息后，跳频解跳与解调才能实现；(3) 网台分选是跳频干扰引导的前提条件，利用通过网台分选所获得的跳频频率集和跳速等信息，干扰引导才有明确的目标，干扰效率才可能有效提高。

（撰写：蒋春山　审订：杨小牛）

wangtongbu

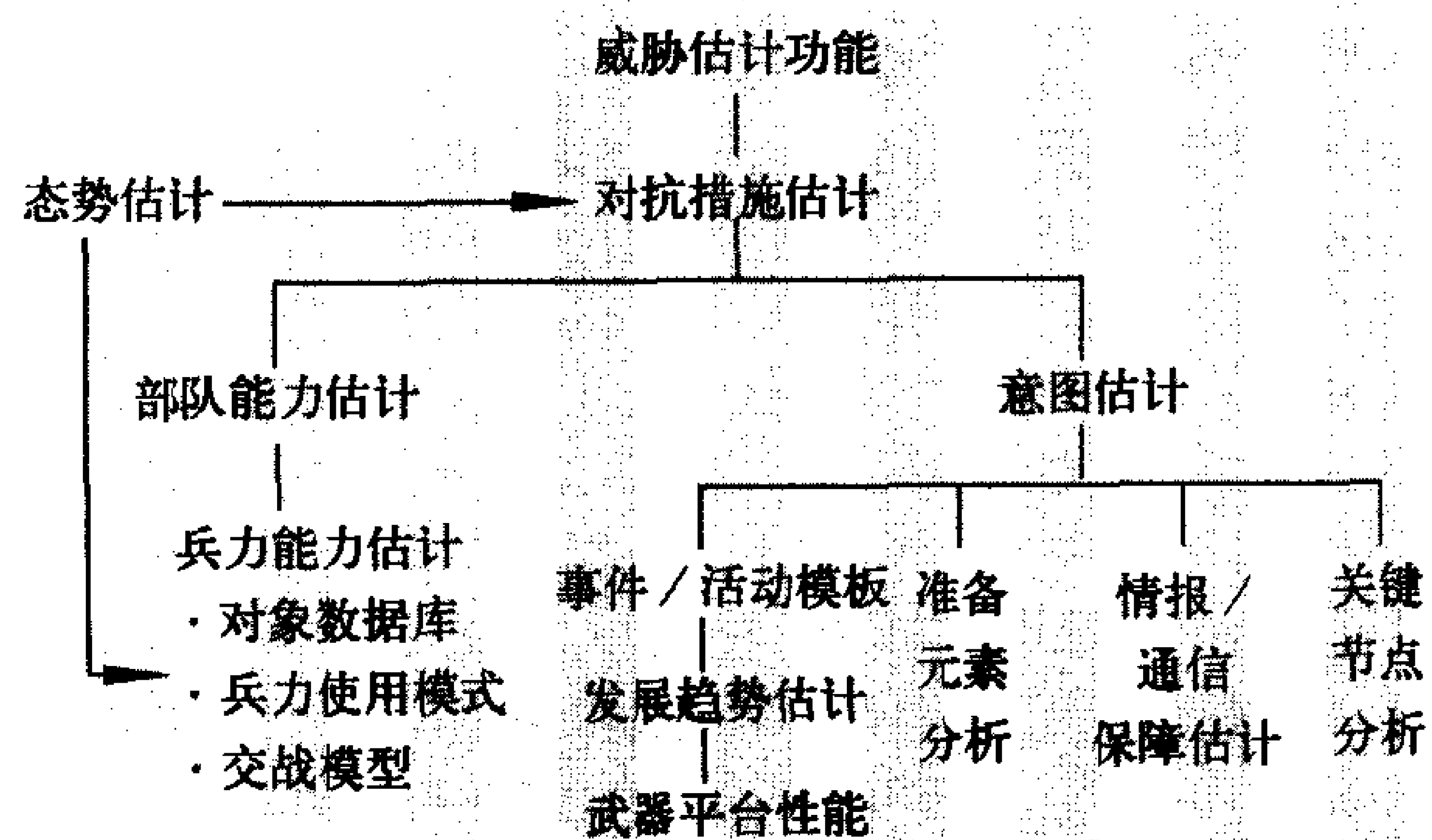
**网同步** network synchronization　使网中所有交换节点的时钟频率和相位都控制在容差范围内，保证网内各交换节点的全部数据流实现正确有效交换的机制。不良的网同步会在数字交换机的缓存器中产生信息比特的溢出和取空，导致数字流的滑动损伤，造成数据出错。目前，各国公用网中交换节点时钟的同步有两种基本方式，即主从同步方式和相互同步方式。其中前者在公用电信网中应用较为广泛，它使用一系列分级时钟，每一级时钟都与其上一级时钟同步，在网中的最高一级时钟称为基准主时钟（RFC），是一个高精度和高稳定度的时钟，一般采用铯原子钟，其长期频偏优于 $1\times10^{-11}$。相互同步具有抗毁能力，多半应用在野战数字通信网内。

（撰写：许都　审订：李振邦）

weixie guji

**威胁估计** threat assessment　属于数据融合军事应用的第三级，依据所收集到的敌方所有信息及一级、二级数据融合结果，确定敌方对己方的威胁程度，并且给出定量估计结果，为己方制定作战方案提供依据。与态势估计类似，威胁估计也是对整个战场进行的，并且也是通过对威胁要素的估

计预测生成威胁估计结果。威胁要素包含敌方部队能力(forces capability)要素和企图要素两部分，并且也是分层结构。确定威胁要素的原则，一是能定量描述敌方部队的能力，二是能把表示能力的态势与表示意图/企图的态势联系起来。目前，威胁要素包含敌兵力强度、编制、部署、有效加强、运动与活动、后勤、导弹飞机舰船能力、主要装备技术特性、电子战能力、核生化武器能力、有效强度和弱点等。威胁估计的层次结构如图所示，其中对抗措施估计和兵力使用模式来源于态势估计，意图估计从事件/活动的运动模式估计作战行动方针，并分析关键兵力要素的作战准备情况，同时分析敌方行动必须经过的关键节点的可能性和环境条件，其对敌活动的实施具有决定性作用。目前，从技术上




威胁估计功能结构图

讲，态势估计与威胁估计的实现方法有下述三种：(1) 机遇求解法。理论上称为黑板模型。包括知识源、交互数据库(黑板)及监视控制部件。每个军事专家作为一个知识源，对战场进行监视控制并对自身领域的问题进行求解，通过交互数据库协调生成全局求解方案。(2) 视图变换法。指对红、蓝、白战场态势视图进行时间/空间校对后进行叠加，按作战条例和规则进行模板匹配，以给出态势估计和威胁估计结果。(3) 伪装、隐蔽与欺骗识别技术。指识别出态势估计和威胁估计每个实现步骤中敌方信息的不确定性，包括敌伪装、隐蔽、欺骗所引起的模糊性，一般采用构造模糊识别矩阵及关联处理方法进行。 (撰写：赵宗贵　审订：耿春仁)

weibo bandaoti erjiguan

**微波半导体二极管** microwave semiconductor diode 工作在微波频段的半导体二极管。微波半导体二极管是半导体器件中最早获得应用的器件，发明晶体管前，在第二次世界大战中检波晶体就被用于雷达信号的检波和混频。20 世纪 50 ~ 70 年代，各种各样的微波二极管的发展和使用，促使了微波半导体器件领域的形成。这些器件有：用于调频和低噪声参放的变电容二极管，用于开关调制和电调衰减的 PIN 二极管，用于微波功率产生的雪崩二极管(IMPATT)，利用化合物半导体中负微分迁移率产生微波振荡的体效应器件(耿氏二极管)，用于倍频的阶跃变容二极管，利用雪崩噪声原理制成的固体噪声二极管，以及利用重掺杂 P–N 结产生隧道效应制成的隧道二极管等。混频/检波二极管也由第二次世界大战结束时的点接触型发展为金属肖特基结构。其中检波二极管由于提高灵敏度的需要，其肖特基势垒高度比混频二极管低，因此设计制造技术有相应差别。微波二极管在 80 年代以前是军用微波毫米波接收机前端固体化的重要系列器件，其工作频率覆盖 300 MHz ~ 100 GHz 范围。90 年代进入单片微波集成电路(MMIC)时期以后，多种微波二极管仍是 MMIC 中的重要器件，如采用肖特基混频二极管的毫米波单片混频器、单片微波压控振荡器中的调频器件为变电容二极管等。预计今后还将出现一些新的微波二极管，如可工作至 600℃ 的宽禁带高温二极管、异质结二极管等，但微波器件的主流是单片微波集成电路。 (撰写：李辉　审订：林金庭)

weibo bandaoti qijian

**微波半导体器件** microwave semiconductor device 工作于 300MHz ~ 100GHz 频段的半导体器件。微波泛指分米波、厘米波和毫米波，即 300 MHz ~ 300 GHz 频段。微波半导体器件按引出端数量分为二端器件和三端器件。前者即微波半导体二极管，后者为微波晶体管。第二次世界大战期间已用于雷达的晶体(点接触二极管)检波器和混频器是最早使用的微波半导体器件，但微波半导体器件发展并形成重要领域是在 20 世纪 50 年代以后，分四个发展阶段：(1) 50 ~ 70 年代，是各种微波半导体二极管和半导体晶体管以及混合集成电路的发展时期。其中包括用于微波参量放大、倍频、开关和射频调制的变容二极管，用于微波开关、限幅和可变衰减的 PIN 二极管，用于微波低噪声放大、高速开关的隧道二极管，用于微波固体功率源的雪崩二极管以及用于微波毫米波振荡放大的耿氏二极管。60 年代 Si 双极晶体管的工作频率进入微波频段和 70 年代初出现的 GaAs MESFET，进一步确立了微波半导体器件在微波应用领域的重要地位。(2) 80 年代，以 MESFET 为基础的各种 GaAs 微波单片电路的开发和应用，微波领域开始了集成化的进程，微波单片集成电路(MMIC)在微波技术领域发挥了主导作用。(3) 90 年代，异质结器件进入微波领域，异质结晶体管(HBT)，赝配高电子迁移率晶体管(PHEMT)，变异结构高电子迁移晶体管(MHEMT)的发展，使 MMIC 的发展进入到一个新的阶段。MMIC 开始走向系统芯片和三维结构。以 MMIC 为基础的微波多芯片组件(MMCM)迅速发展，使微波集成技术向更高阶段发展。(4) 20 世纪末新型半导体材料的启用，GaN、SiC 等宽禁带微波半导体器件的研究和应用将把微波半导体器件推向新的发展阶段。 (撰写：陈堂胜　审订：林金庭)

weibo danpian jicheng dizaosheng fangdaqi

**微波单片集成低噪声放大器** microwave monolithic integrated low noise amplifier (MMIC LNA) 对微弱的微波信号进行放大且在放大过程中引入的附加噪声很低的单片集成化的微波放大电路。MMIC LNA 用于微波系统接收前端，对天线接收的微弱信号进行放大。MMIC LNA 第一级的增益及噪声系数对改善整机信噪比是关键，因而其输入网络追求最佳噪声匹配，级间和输出端口应寻求最大平坦增益匹配。LNA 的噪声和增益取决于有源器件 GaAs MESFET、PHEMT 和 MHEMT 的频率特性和噪声特性，而器件的关键是优质的材料和特征尺寸栅长($L_g$)的减小。要获得低的噪声系数，厘米波波段 $L_g$ 应小至 0.3 ~ 0.5 μm，在毫米波波段应达到 0.1 ~ 0.2 μm。由于电路损耗和匹配等因素，MMIC LNA 的噪声系数比器件的固有噪声系数要差 0.5 dB 左右。在 MMIC LNA 的基础上加进下变频器等电路，构成多功能的单片微波低噪声模块(MMIC LNB)，整机使用更方便。MMIC LNA 和 LNB 广泛用于各种微波接收系统，如雷达、通信、电子战和电视卫星接收等。 (撰写：李辉　审订：陈效建)

weibo danpian jicheng dianlu

**微波单片集成电路** microwave monolithic integrated circuit (MMIC) 以微波半导体有源器件和微波半导体无源元件为基础设计制造的工作于微波波段的单片集成电路。MMIC 有别于混合微波集成电路(HMIC)，后者是在陶瓷或介质基片上设计制造微波电路，然后将微波器件和元件焊接而实现的。而 MMIC 是完全采用半导体集成电路技术，其尺寸重量比 HMIC 小很多。目前制造的 MMIC 主要采用化合物半导体材料。由于半绝缘 GaAs 的电阻率高达 $10^7 \sim 10^8$ (Ω · cm)，是很好的微波传输介质。有源器件主要是多功能的 MESFET、HEMT、HBT 等。其他半导体材料制造的 MMIC 也在发展中。主流的 GaAs MMIC 的生产制造技术目前已从直径 100 mm 晶片发展到 150 mm 晶片，线宽为 0.25～0.5 μm，毫米波段的 MMIC 线宽达到 0.1 μm。应用 MMIC 可设计制造各种微波电路，包括低噪声放大、功率放大、VCO、变频、开关、移相、衰减以及各种宽带、超宽带微波电路；各种多功能芯片和单片子系统；包括单芯片 T / R 组件等。它的发展将使微波整机的设计建立在更高的水平上。在军事上 MMIC 广泛用于相控阵雷达、卫星、通信、电子对抗及精确制导等技术领域。在无线通信、光纤通信和电视卫星接收等民用领域 MMIC 也得到了广泛的应用。

(撰写：钱 峰 审订：林金庭)

weibo danpian jicheng gonglü fangdaqi

**微波单片集成功率放大器** microwave monolithic integrated power amplifier (MMIC PA) 用于对微波信号进行功率放大的微波单片集成电路。设计 MMIC PA 所用的有源器件有：GaAs MESFET、PHEMT、HBT、SiGe HBT、Si BJT、Si MOSFET 等，其中硅器件主要用于微波频率低端的功率放大器。MMIC PA 的工作模式有 A、B、C 和 AB、D、E 等类型。其中 A 类线性性能好，C 类效率高，B 类介于两者之间。A 类主要用于线性工作系统，C 类主要用于雷达等系统。AB 类、D 类和 E 类等为特殊电路而设计。军用电子装备还有一些特殊要求的单片功放。用量最大的是相控阵雷达 T/R 组件中用的单片功放和无线手机用的功放。单片功放的关键技术是大信号非线性设计、匹配技术、散热技术以及封装测试等。随着宽禁带半导体 GaN、SiC 材料的应用，微波单片功放的水平将会大幅度提高。(撰写：李 辉 审订：林金庭)

weibo danpian jicheng gonglü hechengqi he fengpeiqi

**微波单片集成功率合成器和分配器** microwave monolithic integrated power combiner and divider 将几路输入信号功率合成为一路输出信号功率和将一路输入信号功率分配成几路输出信号功率的微波单片集成电路。单个微波半导体器件的输出功率有限，为了提高微波固态功放 (SSPA) 的输出功率采用多胞功率合成技术设计芯片，然后将多个功放芯片通过功率合成器和匹配电路设计成单级或多级的功放，实现大功率输出。相反，为了将单一的功率信号分几路输出，则采用功率分配器。单片功率分配器和合成器主要用于单片多级功率放大器的功率分配和合成。合成器及分配器实现的技术途径很多，常用于单片集成的有二分支线合成和分配、行波合成和双平衡结构等。 (撰写：李 辉 审订：陈效建)

weibo danpian jicheng hunpinqi

**微波单片集成混频器** microwave monolithic integrated mixer 将输入微波信号与本地振荡器的信号一同注入到非线性半导体器件组成的网络，在输出端提取所需谐波信号的微波单片集成电路。它的作用是对信号进行频率变换。在雷达、通信、电子对抗等系统中广泛应用。根据提取频率的不同，可分为上变频器和下变频器两类。上变频器提取的是和频信号，用于发射前端；下变频器提取的是差频信号，用于接收前端。单片混频器的电路种类有：单端混频器，单平衡混频器，双平衡混频器、镜相抑制混频器以及超宽带混频器等。MMIC 混频器 (变频器) 采用微波二极管的非线性电导或变容二极管的非线性电容作为变频元件，采用 MESFET、PHEMT、HBT 等器件的非线性特性进行变频，可以获得一定的变频增益。 (撰写：戚友芹 审订：林金庭)

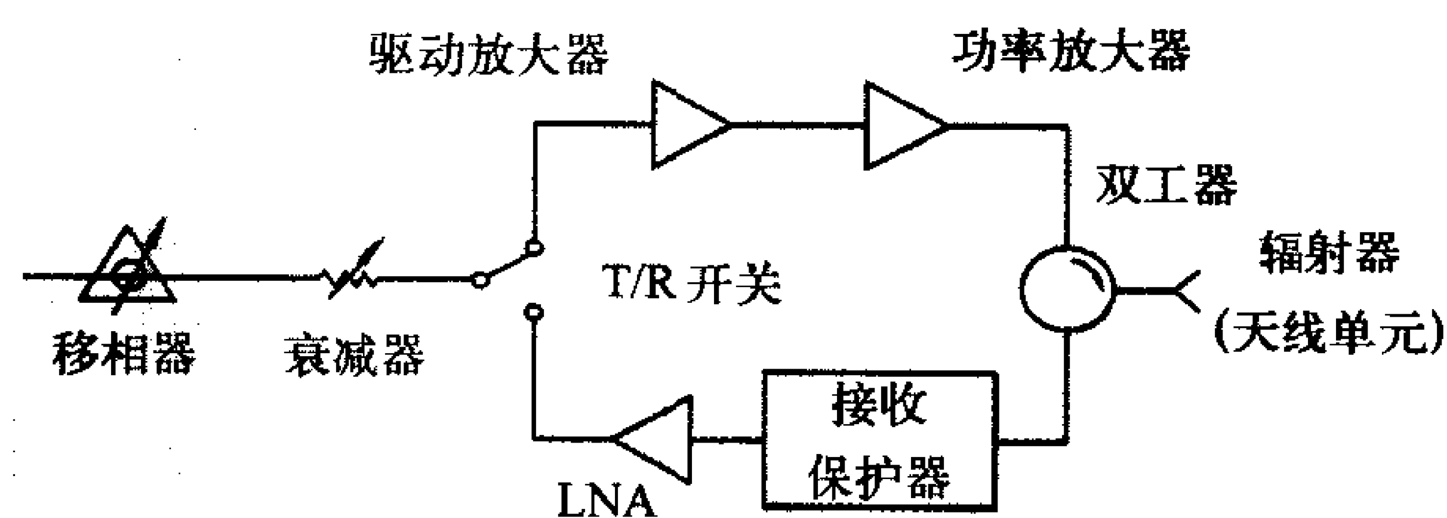
weibo danpian jicheng kaiguan

**微波单片集成开关** microwave monolithic integrated switch 利用微波半导体器件在两种控制电压下使器件在导通和截止两种状态间切换，实现微波信号传输路径改变的微波单片集成电路。开关是微波控制电路中最基本的一种电路。微波单片集成开关使用的控制器件主要是 GaAs PIN 二极管和 GaAs MESFET。两种控制器件相比，前者为两端电流控制器件，需要隔直和偏置网络，其优点是插入损耗小、功率容量大。后者为三端电压控制器件，控制端口和射频端口自然分开，电路简单，同时还具有开关速度快、功耗极低等优点。凡属于 FET 类型的器件都有很好的开关性能，因此高性能的单片开关正在采用 PHEMT 器件设计制造。开关的性能主要有导通时的插入损耗、关断时的隔离度和开关的响应时间以及带宽等。微波单片集成开关应用范围非常广阔，从非常复杂的大系统到一些简单的功能电路都有需求。

(撰写：沈 亚 审订：林金庭)

weibo danpian jicheng shoufa zujian

**微波单片集成收发组件** MMIC transmit / receiver (T/R) module 由多功能 MMIC 单芯片或多芯片组装而成的、具有微波发射和接收功能的组件。T/R 组件主要由微波射频功能部分和保障 T/R 组件正常工作的电源与控制电路组成。微波单片集成收发组件是相控阵雷达及电子战系统的关键部件。根据不同的系统应用要求，T/R 组件的功能和构成有所不同。多功能固态有源相控阵雷达系统用 T/R 组件是当前军事电子的关键技术。目前用于工程的相控阵雷达 T/R 组件大多采用多芯片微组装技术。它的基本原理图如图所示，除环




T/R 组件原理图

行器和天线辐射单元外，其他各功能电路均可用 MMIC 技术实现。采用多功能 MMIC 技术和微波高密度封装技术是 T/R 组件的发展方向。 (撰写：沈 亚 审订：林金庭)

weibo danpian jicheng shuaijianqi

**微波单片集成衰减器** microwave monolithic integrated at-

tenuator 利用微波半导体器件在不同偏置电压控制下所呈现出的电导可变性实现对微波信号电平幅度进行衰减的微波单片集成电路。衰减器属微波控制电路类。单片微波集成衰减器可分为模拟衰减器和数控衰减器两种，前者为信号电平随控制电压的连续变化在一定范围内连续变化；后者为信号电平按一定的控制电压在一些预先规定的离散值上进行改变。用于单片微波集成衰减器中的控制器件主要是PIN二极管和GaAs场效应晶体管。常用的电路形式有π形和T形两种。广泛用于自动增益控制、矢量调制器、自适应波束形成网络等领域。（撰写：沈 亚 审订：林金庭）

weibo danpian jicheng yixiangqi

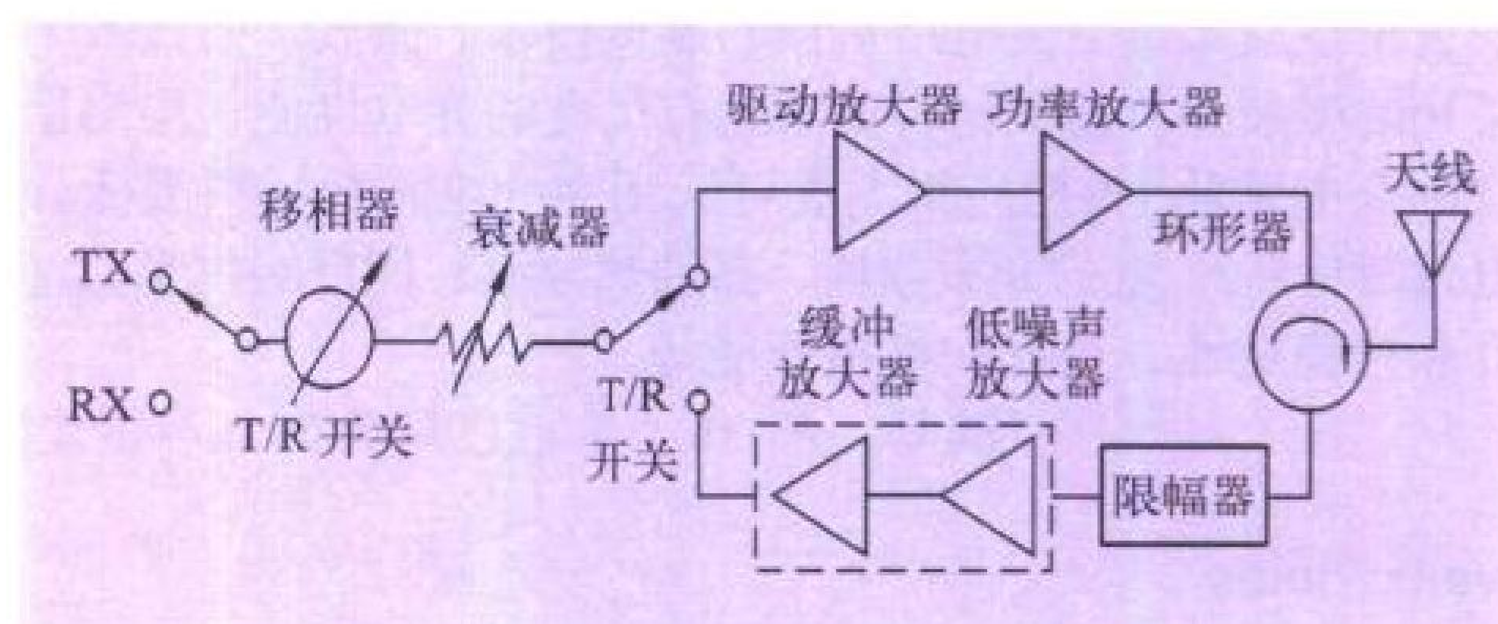
**微波单片集成移相器** microwave monolithic integrated phase shifter 应用微波单片集成电路技术设计制造的用于微波信号相位控制的集成电路。其原理是利用微波半导体器件在不同的偏置电压控制下所呈现的开关特性或变电抗特性对微波信号的相位进行控制或调变。微波单片集成移相器属微波控制电路，可分为模拟移相器和数控移相器两种，前者为信号相位随控制电压的连续变化在一定范围内连续变化；后者为信号相位按一定的控制电压在一些预先规定的离散值上进行改变。常用的单片移相器电路有开关线型移相器、加载线型移相器、反射型移相器、开关滤波器型移相器和矢量调制型移相器。目前常用于移相器的微波控制器件有PIN二极管、变容二极管和GaAs场效应晶体管等。单片微波集成移相器主要用于微波通信、雷达、测量等系统中。其中用量最大的是固态有源相控阵雷达系统，用它来实现天线波束的电控扫描，是现代固态有源相控阵雷达T/R组件中的关键电路之一。（撰写：沈 亚 审订：林金庭）

weibo danpian jicheng zhendangqi

**微波单片集成振荡器** microwave monolithic integrated oscillator 用微波单片集成电路技术设计制造的微波振荡源电路。其基本构成包括有源器件和谐振器。目前微波频段的有源器件常采用的三端器件有：GaAs MESFET、PHEMT、HBT以及Si BJT等。微波单片振荡器主要有压控振荡器(VCO)、介质稳频振荡器(DRO)以及VCO加锁相环等。振荡器的主要指标是频率稳定度和输出功率以及频谱纯度等。VCO的相位噪声在应用中是一项极其重要的指标，其调频的线性度决定于变电容二极管的容压特性以及电路设计技术。低相位噪声的单片VCO，一般采用HBT和BJT。DRO的高Q介质采用外加形式。加锁相环(PLL)的VCO具有很高的频率稳定度。单片VCO、DRO和带锁相环的VCO广泛用于电子战、雷达、通信、遥测、精确制导及微波测量等各类微波系统中。（撰写：钱 峰 审订：林金庭）

weibo fashe jieshou mokuai

**微波发射/接收模块** microwave T/R module 简称T/R模块。工作于微波频率（一般为300 MHz ~ 100 GHz），由多芯片单片微波集成电路(MMIC)构成的发射支路(T)和接收支路(R)以及控制电路组装而成的组件。如图所示，T/R模块输入端由共用的单片集成移相器、开关组成；发射支路由单片驱动功率放大器和功率放大器组成；接收支路由单片限幅器和单片低噪声放大器组成；然后由微型环行器（双工器）或单片开关连接到天线。根据不同用途，实际的T/R模块比框图复杂得多。通过计算机对T/R组件进行相位控制，可实现空间功率合成和电扫描。微波T/R模块主要用于相控阵雷达，宽带和超宽带电子对抗，波束可控和多波速通信卫星等。海、陆、空用的相控阵雷达一般由数千至数万只T/R模块组成。以MMIC为基础的T/R模块已广泛用于机载预警雷




微波 T/R 模块框图

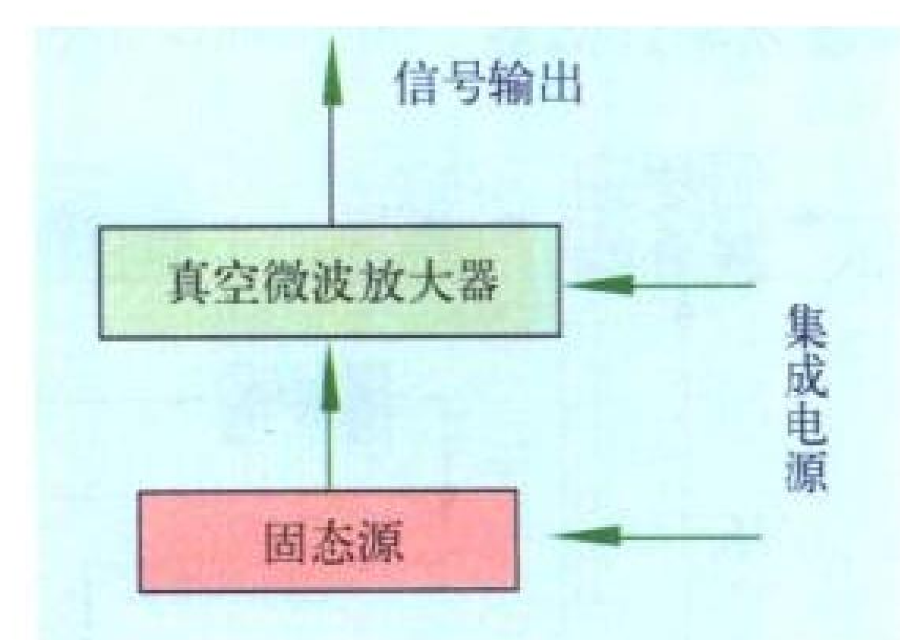
达、雷达卫星、合成孔径雷达、电子对抗以及各种海陆空相控阵雷达系统中。最先进的微波T/R模块已达全单片微波集成。（撰写：林金庭 审订：金毓铨）

weibo geliqi

**（微波）隔离器** (microwave) isolator 又称单向衰减器。工作在微波频率下，电磁波沿一个方向传播时的衰减比相反方向传播时的衰减大得多的无源两端口器件。属于这种器件的有法拉第旋转式隔离器、结环行器式隔离器、波导差相移式环行器型隔离器、场移式隔离器、波导谐振吸收式隔离器、同轴线谐振吸收式隔离器、螺旋线谐振吸收式隔离器、微带谐振吸收式隔离器等。隔离器在微波电子设备中主要是作去耦元件。例如雷达发射机输出的电磁波传输到天线时，常会有一部分能量被反射，因而影响发射机的正常工作。加入隔离器后，反射回来的电磁波绝大部分被隔离器吸收，保证了发射机的正常工作。（撰写：李克文 万 飞 审订：刘 剑）

weibo gonglü mokuai

**微波功率模块** microwave power module(MPM) 集成固态/真空电子微波功率模块的简称。它由三部分组成：前级固态微波源，小型化真空微波功率放大器和集成固态高压电源。模块只需加上直流电源，即可作为功率放大器工作。MPM的特点是：大功率、高效率、低噪声、宽频带、高可靠、重量轻、体积小等。根据真空功率输出级的性能，带宽可达6~18 GHz，进一步可扩至2 ~ 8 GHz和20 ~ 40 GHz，输出功率为50~100 W，可脉冲工作，也可连续波工作，效率为30%~60%。主要应用于雷达、电子战、通信等系统，特别是为有源相控阵系统提供了高性能高可靠的微波功率发射源。由于其输出功率可达100 W，因而由它构成的相控阵系统，所需的单元数比采用固态发射源要节省1/3，造价也降低1/3。




MPM 工作原理图

（撰写：黄福全 审订：廖复疆）

weibo jiban jishu

**微波基板技术** microwave substrate technology 在氧化铝

陶瓷、氧化铍、氮化铝、聚四氟乙烯或 RT / Duroid 系列复合材料等介质基板上，用薄膜、厚膜或印制线路技术制作高精度的带状线、微带线、倒置微带线、槽线、共面波导和共面带状线等微波传输线和电容、电感等分布式无源微波元件而形成单层或多层微波电路基板的制造技术。微波基板技术中采用的微波介质基板材料要求具有优良的介电性能、均匀稳定的介电常数（根据应用需要可选用高介电常数材料或低介电常数材料）、低的介质损耗、高的热导率、优良的化学稳定性和热稳定性、良好的机械性能等。

（撰写：严 伟 审订：周德俭 李怀霞）

weibo leida

**微波雷达** microwave radar 工作波长在 1～15 cm (2～30 GHz) 的雷达。一般分布在 S 波段 (2.7～3.5 GHz)、C 波段 (5.25～5.925 GHz)、X 波段 (8.5～10.68 GHz) 和 Ku 波段 (13.4～14 GHz 和 15.7～17.7 GHz)。工作在 L 波段或低于 L 波段的，均不是微波雷达。微波雷达最大的优点是：方向性好、测量精度高、电子反对抗能力强、体积小、重量轻、具有良好的潜在机动性，但由于大气衰减和受天气影响较严重，特别是高于 C 波段，影响更严重，因此不适宜作远程预警雷达。我国早在 1956 年研制成功第一部微波海岸警戒雷达，1970 年研制成功我国第一部 C 波段靶场精密测量雷达，其性能相当于美国的 AN/FPS−16 靶场精密测量雷达。微波雷达在我国发展较快，在各个波段均已有性能良好的各种雷达。

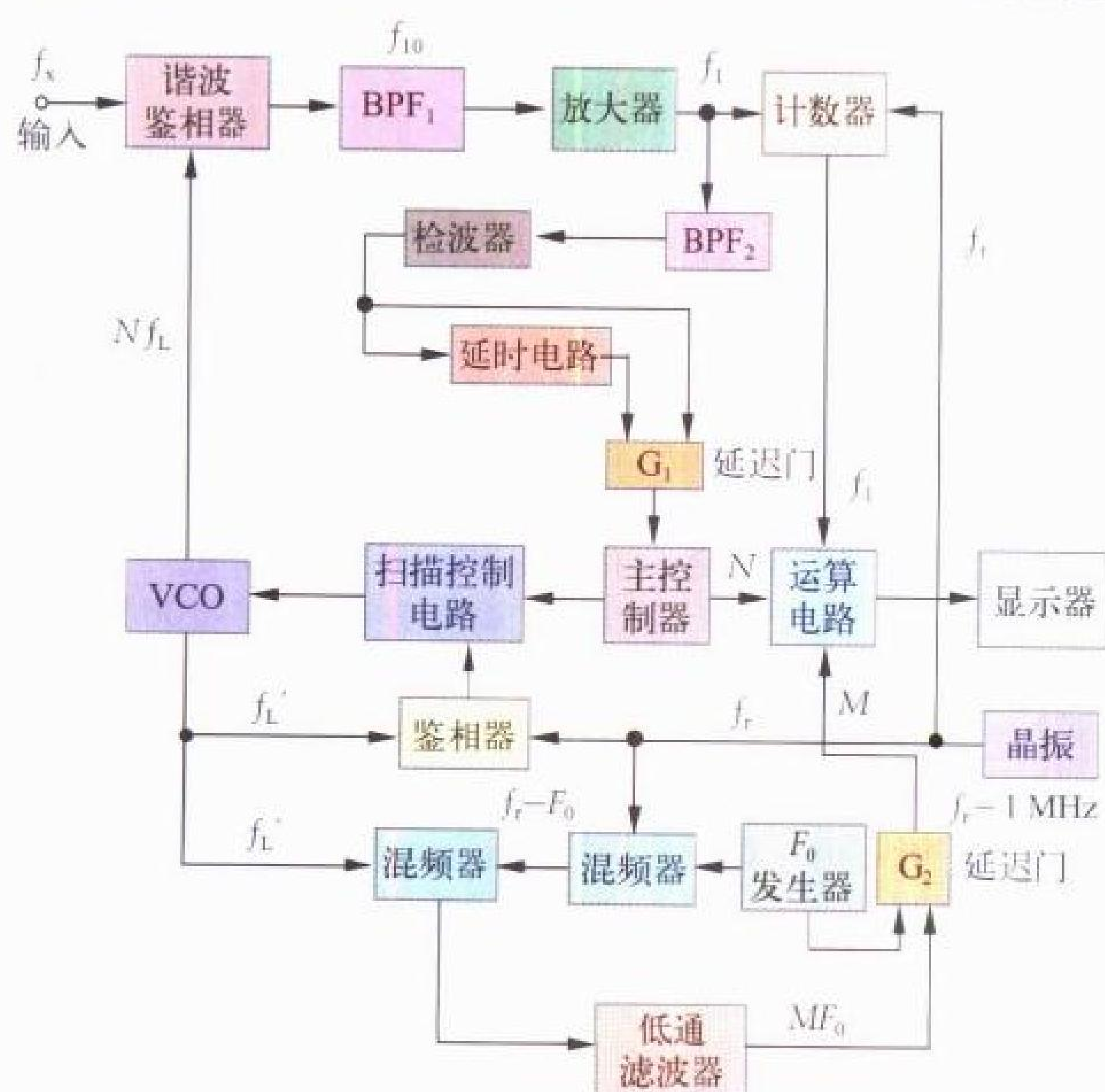


海岸警戒雷达

（撰写：王福如 审订：华海根）

weibo pinlü jishuqi

**微波频率计数器** microwave frequence counter 用于测量微波波段信号频率的电子计数器。通常，电子计数器可直接计数的频率范围一般在 500 MHz ～ 1 GHz。要对微波波段的信号频率进行稳定可靠的数字化测量，必须采用频率变换技术，将微波波段信号频率变换至 1 GHz 以下，以便用电子计数器直接计数。实现频率变换的方法有：(1) 变频法，将被测信号与基准频率的 $N$ 次谐波混频，对混频后的中频进行计数而测得信号频率；(2) 置换法，通过调节基准频率使被测信号与基准频率的 $N$ 次谐波混频或发生零拍，对基准频率的计数就能得到被测信号频率；(3) 置换变频法，对被测信号频率先变频再置换的测量方法；(4) 分频法，将被测信号频率 $N$ 分频后再进行计数的测量方法。微波频率计数器置换变频法测频原理如图所示。




置换变频法测频原理框图

（撰写：李为民 审订：陈光禹）

weibo tongxin

**微波通信** microwave communication 利用波长很短的无线电波（即微波）实现的通信。因为无线电频率越高，其无线电波的波长越短，所以微波通信也是指使用很高无线电频率的无线通信。但是，国内外对微波通信的频率界限都没有明确规定。通常可将使用频率高于 1000 MHz 的无线通信称为微波通信。不过，这一界限是不严格、不统一的。使用微波频率的无线通信方式较多，如微波接力通信、卫星通信、散射通信、一点对多点微波通信、微波移动通信等。微波通信（视距）是指微波接力通信。这种通信方式用于地面点到点的通信。因为微波在空间传播时是直线传播，不能穿过大的障碍物，所以在进行长距离通信时，受地球曲率或者大的障碍物的影响，在一定的距离上需要设置接力站。接力站的设置视地形和需要而定。在平原地区其站距一般为 30～50 km，军用车载站在平原地区受天线高度的限制，站距一般为 10～30 km。

（撰写：张大奎 审订：李振邦）

weibo zhuolu xitong

**微波着陆系统** microwave landing system (MLS) 工作在 C 频段，为飞机在进近和着陆阶段提供位置信息和地空数据信息的精密进近与着陆系统。它由地面台和机载设备组成，地面台产生 2 个扇形波束，分别在系统覆盖空间的水平和垂直方向进行扫描。机载接收机测量 2 个来回扫过的窄扇形波束的时间差，从而得出距地面台的方位和仰角的角位置信息。地面台还向接收机发播各种数据，包括功能识别、台站识别、设备配置位置以及气象操作数据。与现在广泛使用的仪表着陆系统 (ILS) 相比，MLS 地面台信号覆盖区域大，能满足各种飞机（包括直升机）在进近、着陆、复飞等飞行阶段




微波着陆系统

的需要。飞机可以使用直线、分段折线、曲线进场航道，实现自动着陆和沿跑道滑跑引导。为此，70 年代以来，国际民航组织将 MLS 选作国际标准，用以取代现行的 ILS，并于 1985 年制定了 ILS / MLS 过渡计划。但是，90 年代中期，由于美国转向支持 DGNSS 着陆系统的发展，导致了 ILS、MLS、DGNSS 相互竞争和并存的局面。

（撰写：孟绍禹　审订：邱致和）

weibo zujian qimi fengzhuang

**微波组件气密封装**　hermetic packaging of microwave sub-assembly　将微波组件密封在一定结构的外壳内，并通过过渡引线（或没有）与外壳的外引线连接，以保护微波组件不受外界气候的影响。根据微波组件气密封装的材料可分为陶瓷封装和金属壳封装。陶瓷封装采用烧结的方式金属化生成外引线引脚；金属壳封装的引脚一般由玻璃密封。为提高微波组件的功率承受容量，通常在封装的壳内充一定气体，如氮气等惰性气体，以保持微波器件的性能稳定。

（撰写：黄奉田　审订：张桐诚）

weichuliqi

**微处理器**　microprocessor unit (MPU)　运用大规模/超大规模集成电路技术把中央处理器（CPU）集成在硅片上所构成的处理器。主要包含有数据通路、控制通路和总线接口等。数据通路进行算术运算和逻辑操作，有寄存器组和移位器等专门用来存放操作数据、地址以及标志工作状态的信息等。控制通路主要完成指令、寄存、指令译码和执行指令并发出相应的控制信号的功能。总线接口部分包括数据总线和地址总线等。微处理器用处理二进制数据的位数和速度来表征其品质，从而分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位机等。其速度已达 1000 MHz 以上，并正向更高频率发展。随着深亚微米集成电路工艺的迅猛发展，微处理器芯片的功能不断扩大，包括新的存储功能，扩大存储量，增强 I/O 接口电路能力等，使微处理器处理数据的位数和速度得到了迅速的提高。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

weichuliqi xitong ceshi

**微处理器系统测试**　microprocessor system testing　微处理器系统硬件故障的诊断。微处理器系统是十分复杂、规模也相当大的数字系统，要进行故障的完备测试是相当困难的。因此通常将微处理器系统分解为中央处理器（CPU）、存储器（RAM）、只读存储器（ROM）和 I/O 等子系统来进行测试。CPU 的故障测试大多基于微处理器的系统图（又称 S 图）来进行。RAM 的故障测试主要基于读/写操作，即检查写入数据与读出数据是否一致。但因 RAM 的故障模型甚多，而且对测试图形十分敏感。因此，RAM 的测试方法较多，比较常用的有行进法、走步法、奔跳法、棋盘法、移动倒转法等，上述方法还有许多变种。不同的方法对 RAM 的不同故障有不同的效果。ROM 是只能读出，而不能写入的存储器。因此，不能用读/写操作来进行测试。

目前，常用“校验和”的方法，即将测试时的“校验和”与正常时的“校验和”进行比较，如果两者不同即有故障。微处理器系统的另一测试方法是故障模拟。故障模拟的主要作用是按给定的测试码对给定的故障模型计算各种故障的输出响应，以生成故障定位的故障字典。

（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

weidai tianxian

**微带天线**　microstrip antenna　采用光刻腐蚀等方法在介质基片上制作的天线。按照其结构形状可分为微带贴片天线、微带振子天线和微带缝隙天线。微带贴片天线是在介质基片的一面附上金属薄层作接地板，另一面用光刻腐蚀等方法制作一定形状和面积的金属贴片的天线，可以利用微带线或同轴探针对微带贴片天线馈电。若贴片是一细长条带，则称为微带振子天线。微带缝隙天线是在接地板上刻出窗口即缝隙，而在介质基片的另一面印制出微带线对缝隙馈电，缝隙的形状可以多种多样。按照工作原理分类，微带天线可分为谐振型（驻波型）和非谐振型（行波型）。前者有特定的谐振尺寸，一般只能工作在靠近谐振频率的范围内；而后者没有谐振尺寸的限制，它的末端要加匹配负载以保证传输行波。微带天线可以用作阵列天线的辐射单元。微带天线的优点是：(1) 体积小，重量轻，低剖面，能与载体（如飞行器）共形；(2) 电性能多样化，特殊设计的微带天线可以在双频或多频工作，易于得到各种极化；(3) 能与有源器件、电路集成；(4) 易于大批生产，成本低。其缺点是：(1) 频带窄；(2) 损耗大；(3) 功率容量小；(4) 介质基片对性能影响大；(5) 交叉极化大。

（撰写：邵江达　审订：方能航）

weidianchi

**微电池**　micro cell　面积一般不大于 10 mm² 的电池。目前，适用于微电子机械系统（MEMS）的微电池，其尺度在毫米级；适用于微芯片的微电池的尺度在微米级。微电池的功率范围在微瓦级，它具有与微电子芯片、MEMS 集成的相容性。微电池可分为微化学电池、微太阳电池和微温差电池几大类，分别将化学能、光能和热能直接转换成电能。根据使用电解质的不同，微化学电池有水溶液微电池（如镍锌微电池）和聚合物电解质微电池（如锂离子可充电微电池）。日本精工仪器公司已研制出一种依靠人的体温发电的手表，采用微型温差电池，该电池输出功率为微瓦级，温差 1° 时产生 0.2 V 电压，可以为扣式化学电池充电。

（撰写：张建中　审订：汪继强）

weidianzixue

**微电子学**　microelectronics　研究固体功能材料（主要是半导体）及基于这些功能材料的微型电子元器件的物理、工作原理、电路设计理论及其应用的学科。它涉及量子力学、固体物理学、光学、机械学、电子学、化学和金相学等多种学科和相关技术。其主要内容包括：材料物理和器件物理，如能带理论、光电效应、热电效应、磁阻效应、负阻效应、隧道效应、场效应和体效应等各种物理现象和特性的研究和利用；基于这些物理现象的微型元器件和微型功能电路（集成电路）的设计、制造、机理和特性分析与应用；新理论、新器件和新应用的探讨、研究和开发等。

微电子学的形成和发展大大丰富了电子学的内容，成为电子学一个重要的基础分支学科。微电子技术的应用使传统的电子设备、系统实现了微型化、多功能化和高可靠性，从而大大促进了电子技术在国民经济各个领域的普及，以及在航空、航天等领域的广泛应用。目前微电子学已成为高新技术的前沿学科，它的发展和应用，或与其他科学技术的结合，又开创了一些新的学科和技术，如真空微电子学、微机械电子学和纳米电子学及其相应的高新技术等。

（撰写：邝心湖　审订：黄史坚）

weiguang yeshiyi

**微光夜视仪** low light-level night vision device 在夜间微光下利用高增益像增强器（或称微光管）观察目标的装置（见图）。它是一种被动式夜视仪，工作波段从可见光到近红外。由目标表面反射的微弱的夜光，通过物镜成像在像增强器的光电阴极面上，激发出的光电子经过像增强器内部的电子光学系统加速、聚焦、成像，以极高速度轰击在荧光屏上，激发荧光屏发出可见光，从而将微弱的目标图像增强为人眼能够感受到的可见光图像。军用微光夜视仪包括夜间驾驶仪、武器瞄准镜和夜间观察监视装置等。微光夜视仪的致命弱点是只能在有月光或星光而没有烟雾的夜间工作。　（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）



手持式微光夜视仪

weijidian guanxing chuanganqi

**微机电惯性传感器** MEMS inertial sensor 用精密机械、微电子、半导体集成电路工艺等技术制作成的微小型陀螺和加速度计。微机械惯性传感器具有体积小（毫米级）、重量轻（仅为 1 mg）、功耗小（1 mW 左右）、启动快（1 s 左右）、成本低（可以大批生产，每个仅 1 美元左右）、可靠性高（工作寿命达 $10^5$ h）以及易于与微电子电路相集成等优点。微机械陀螺是利用振动质量在旋转时的哥氏效应来感测角速度的，根据振动构件的不同，可分为音叉振动式和框架振动式两大类。采用振动石英调谐音叉技术的石英陀螺已于 1994 年初投入批量生产，它达到 1°／h 的精度，能够满足美国军方目前正在研制的精密制导炸弹对 GPS / INS 组合制导系统的要求。另一种框架振动式微机械陀螺的面积不到 1 $mm^2$，而且陀螺和加速度计可做在同一芯片上，目前，该陀螺的精度可达 10°～50°／h。微机械加速度计主要有两种：双端调谐音叉石英加速度计和硅力平衡加速度计。在石英加速度计中，调谐音叉被蚀刻在高 Q 值的石英晶体中。硅力平衡加速度计也是基于高 Q 值的晶体，根据读出信号方式的不同，可分为压阻式、电容式、静电力平衡式和振梁式等几种类型，其中后两类加速度计已经可达到导航级精度。

（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

weijidian xitong

**微机电系统** micro electro mechanical system (MEMS) 综合微电子和微机械的设计、加工技术制造具有设定机电功能的微型器件或系统。MEMS 技术一般指 1 μm～10mm 的尺度范围，但并没有严格的尺度限制。MEMS 技术采用微电子加工技术加工微机械，并将微机械和微电子集成在一起，实现具有电子和机械功能的微系统。因此，MEMS 技术是一种典型的多学科交叉的科技领域和应用领域，它几乎涉及到自然科学及工程科学的所有领域，如电子技术、机械技术、物理学、化学、生物医学、材料科学、能源科学等。它的发展需要多学科和工程学的结合，同时也将在此基础上发展成为特有的 MEMS 工程学。MEMS 的发展将像微电子一样，对科学技术和人类生活产生革命性的影响，并将形成类似于微电子的新产业。微机电系统包含以下几大类：(1) MEMS 传感器；(2) 信息技术 MEMS (ITMEMS)；(3) 生物医学 MEMS (Bio MEMS)；(4) 微光学机械器件 (OMEMS)；(5) 微惯性器件。MEMS 目前的主要应用领域有：微小卫星、微小飞行器、微型机器人、微型医疗仪器、各种微型传感器系统、微型信息技术执行装置等。　（撰写：乔希竹　审订：林金庭）

weijidian zhendong tuoluo

**微机电振动陀螺** microeletromechanical vibratory gyroscope 振动陀螺的一种，是测量物体在惯性空间的运动角速度的器件。其振动元器件的材料采用硅或石英晶体等，振动元件的加工采用微电子加工工艺，因而工艺重复性好，能以低的劳动强度进行大批量重复生产。采用微电子的设计和工艺带来的优点还包括体积小、重量轻、成本低、寿命长、可靠性高、性能一致性好。微机械振动陀螺的结构形式较多，如石英音叉、硅振动轮、硅双框架、硅梳状谐振器等。微机械振动陀螺的出现被认为是惯性技术的一场革命，它将会导致新的武器系统概念的出现，如精确制导炸弹、超高声速炮弹和动能武器等。微机械振动陀螺在小型制导弹药、自动驾驶仪、战术导弹、制导炸弹、智能炮弹、通用航空、车辆控制、机器人、照相机、望远镜、医用电子设备以及玩具等军、民用方面具有广阔市场前景。

（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

weijixie dianzixue

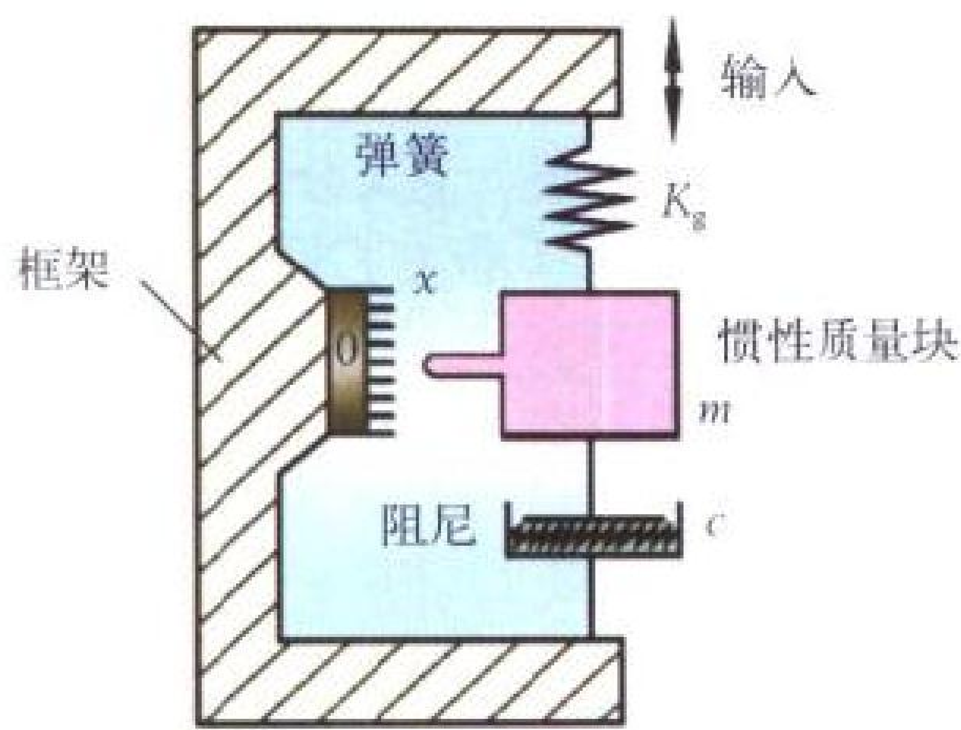
**微机械电子学** microeletronmechanics, micromechantronics 机械学与微电子技术相结合形成的一门新兴的技术学科。它涉及机械学、电子学、物理学、化学、光学、材料工程、信息工程、生物工程等多种学科和工程技术。微机械电子学所研究的微型系统，是尺寸在数厘米或更小量级的智能装置，称为微电子机械系统，或微机电系统 (MEMS)。微机械电子学是为满足机械和电子一体化系统向更小型化方向发展而发展起来的。最初的微机械电子产品依赖于硅微电子加工技术，后来又发展了一系列非硅微电子加工技术，因此，微机械电子产品尚未大量投入应用便出现繁多的种类。目前微机械电子技术正日渐成熟，研制成的各种微型传感器和微型执行器等产品已初步投入使用。微机械电子技术及其产品可用于信息、机械、航空、航天、医疗、科研等领域；在军事上可望在武器安全、炸弹引信、导航、敌我识别、化学战剂检测、微型机器人、灵巧蒙皮和昆虫平台等方面得到广泛的应用。微机械电子技术是面向 21 世纪重要的军民两用技术，它的出现和发展对国民经济建设和现代国防建设，以及科学技术进步必将产生深远的影响。

（撰写：黄史坚　审订：邝心湖）

weijixie jiasuduji

**微机械加速度计** micro mechanical accelerometer 利用物体的惯性测量物体加速度的微型传感器，是一种微电子机械系统 (MEMS) 器件。加速度计一般由惯性质量块、等效为弹簧的支撑梁和检测装置等三个部分组成，如图所示。当外界在垂直方向施以加速度时，惯性质量块的位移与加速度成正比，而质量块的位移又可通过适当的测量装置转化为电信号，实现加速度的测量。根据微加速度计结构的不同，可分为压阻式、电容式、静电力平衡式和振梁式等几种类型。微加速度计还可以与微机械陀螺一起组成微型惯性测量组合

(MIMU)。微机械加速度计主要用于微小卫星、各种制导武器、导航系统和智能炮弹引信。




加速度计的阻尼模型

（撰写：乔希竹　审订：林金庭）

weijixie weibo yuanjian

**微机械微波元件** micro mechanical microwave component 用微电子机械系统 (MEMS) 技术设计制作的具有设定的微波技术性能的微型电路元件。一般指用 MEMS 技术制作的无源微波元件，包括微型 MEMS 电容器、微型微波电感器、微型波导、微型微波谐振器、微型微波滤波器、微波 MEMS 开关、MEMS 微波天线等。微机械微波元件可以认为是射频 MEMS 的一部分。它在几何尺寸、功能、物理性能等方面有诸多优越性，在无线通信、微型通信卫星以及军用微波电子系统中有广泛的应用前景。

（撰写：乔希竹　审订：林金庭）

weijingdian mada

**微静电马达** micro electrostatic motor 用微电子机械系统 (MEMS) 技术制作的、由静电力驱动的微型马达。微静电马达是微型马达中的一种，微静电马达用硅集成电路技术可以做得非常小。设想中的微静电马达可以作为清除血管中的胆固醇的 MEMS 的微执行器。可能的应用领域包括微型手术器械、微小飞行器中的转动装置等。

（撰写：乔希竹　审订：林金庭）

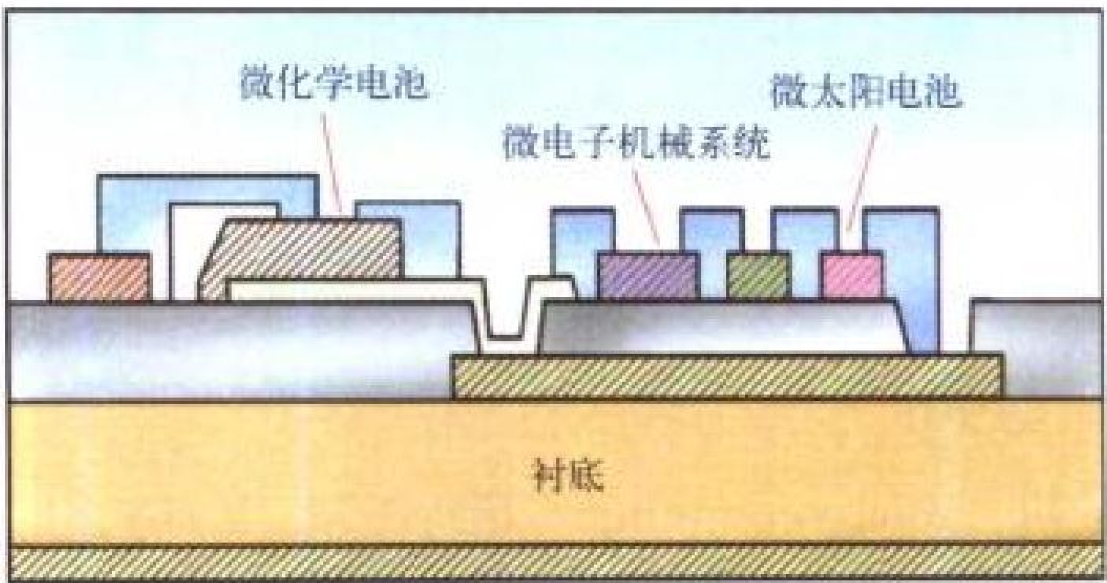
weikongzhiqi

**微控制器** microcontrol unit (MCU) 由中央处理器 (CPU)、存储器 (包括 RAM 与 ROM)、输入输出 (I/O) 端口 (包括并行 I/O、串行 I/O、模数转换器)、计时器和计数器等组成，具有完整的数字处理功能，面向 I/O，适于控制领域应用的集成电路。目前主要用于工业控制、数据处理、信号处理等方面。它与相应的外围设备和软件相结合就能执行设定的功能。其产品型号、规格多，各具特色，满足不同领域的应用需求。在机器人、工业自动化、交通、通信、家电、宇航、医疗电子设备等领域得到广泛的应用。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

weitaiyang dianchi

**微太阳电池** micro solar cell 电池面积不大于 500 μm × 500 μm，输出功率为微瓦级的太阳电池。微太阳电池一般采用薄膜技术制备。在实际应用中，常把微太阳电池和微化学电池集成在一起，统称为微电池。微电池基本结构示意图如图所示。微电子机械系统，如微型传感器、传动机械等，是近几年来重大技术创新之一。这种系统具有移动性、自控性和微型化等特点。包含大量集成传感器和微电子机械的系统对移动性的要求意味着不能使用带连线的电源，对自控性的要求意味着不能使用一次性电池，对微型化的要求意味着不



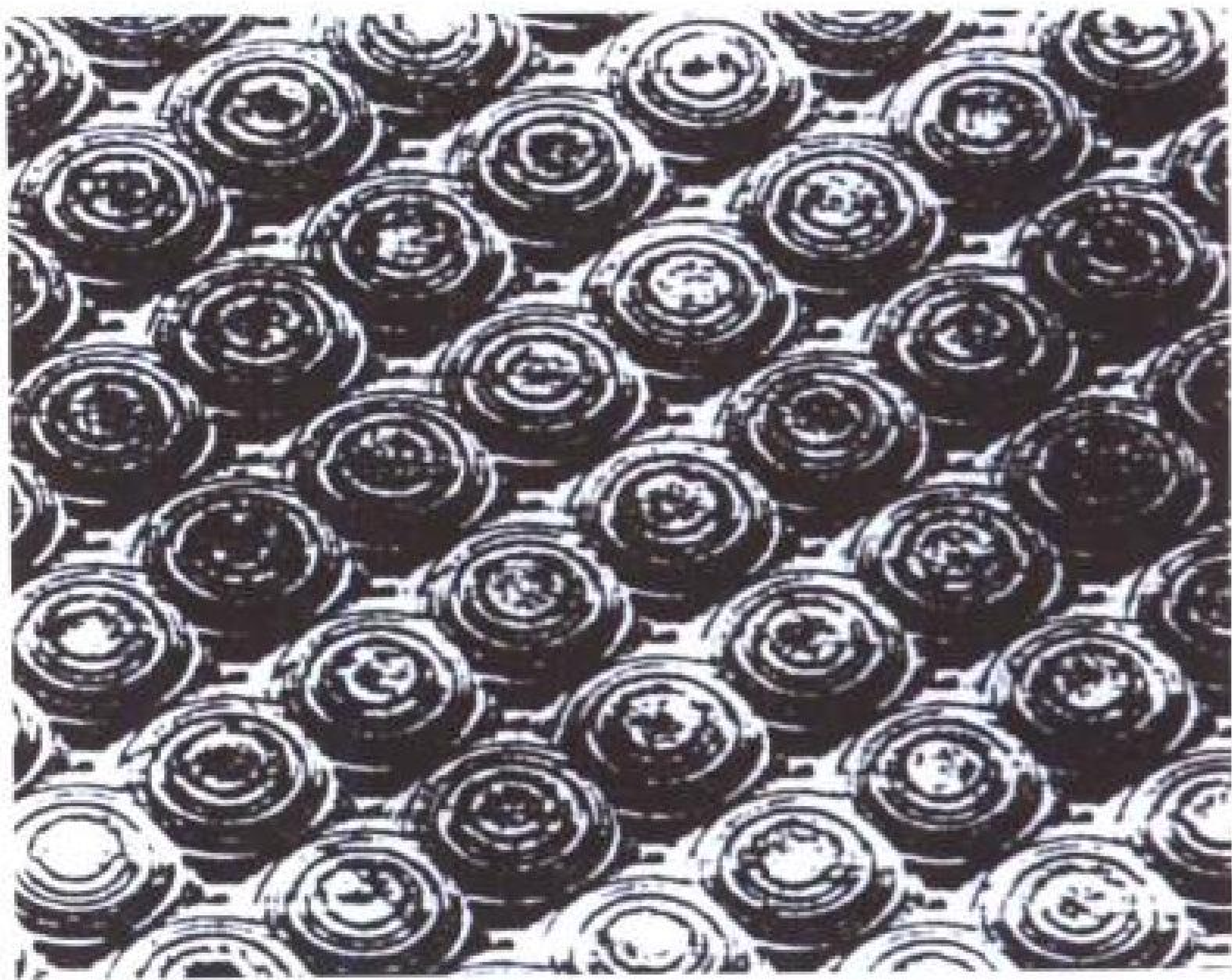

微电池基本结构示意图

能使用常规型电池。因此，微太阳电池成为其最理想的选择。随着高科技的快速发展，数千克甚至数十克的微型卫星已开始应用，这种微型卫星的电源均采用微太阳电池和微化学电池作为供电电源。目前，微电池仍处于研究和试用阶段，但微电池在高科技领域将越来越显示出不可估量的作用。

（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

weitoujing zhenlie

**微透镜阵列** microlens array 尺寸大致在数毫米到数百微米的微透镜按一定的规则排列起来的阵列。微透镜的形状有近似半球形、近似平面形、柱形等几种，常与光源或光电探测器构成一体。常用材料有玻璃、晶体、塑料、树脂、半导体等。球形、柱形等几何形状的微透镜阵列常用玻璃模压、塑料注塑或树脂热熔成形。平面形微透镜可通过离子注入、离子交换等技术改变微透镜局部区域的折射率分布，使平面形的透镜具有近似球面形透镜的作用。微菲涅耳透镜阵列是新的一类，它是用激光或电子束刻蚀衬底表面而制成的平面型微透镜阵列。典型的微透镜阵列如图所示。微透镜阵列常



96 × 64 元 CdTe 微透镜阵列 (51 mm × 61 mm)

用于光纤与光纤的耦合、激光二极管或发光二极管与光纤的耦合、光波前传感器和改进焦平面阵列功能等。

（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

weituoluo

**微陀螺** microgyro 一种测量角速度的微型陀螺仪，是对运动系统进行测量和控制的重要传感器，也是一种重要的惯性器件。和微加速度计一起可组成微型惯性测量组合 (MIMU)，用于微小卫星以及各种制导武器、导航系统等的姿态控制。从技术上讲，微陀螺几乎无例外地都采用振动式的工作原理。它是一个有两个基本的振动模式的振动系统，

在人为激励出一个振动模式之后，系统沿一定轴转动产生的哥氏力会在另一振动模式中激发出振动。微陀螺仪有框架式、音叉式、振动轮式、振动环式、振动棒式以及四叶式等多种。由于与微电子相结合，它具有体积小、重量轻、成本低、可靠性高、数字化和智能化等一系列优点，可用于灵巧炮弹、战术导弹、微型卫星以及与GPS组合的汽车辅助驾驶导航等。 （撰写：乔希竹 审订：林金庭）

weixing jisuanji

**微型计算机** micro computer 简称微机。以微处理器为中央处理器而组成的一类计算机。微型计算机硬件通常由微处理器、存储器（包括随机存储器、只读存储器和高速缓冲存储器等）和输入输出接口等电路以及外围设备（包括键盘、鼠标器、打印机、软磁盘、硬磁盘、光盘、通信设备、语音、图像和手写体文字的输入输出设备等）组成。典型的微处理器有Intel公司的80×86和Pentium系列。微型计算机使用的操作系统早期为MS-DOS，现在为Windows、Unix、Linux。随着芯片技术的发展、Risc技术的采用，微型计算机的处理能力随运算速度和存储容量的增加有了惊人的增强，使划分微型计算机，小型计算机和大型计算机的界限越来越模糊。微型计算机的分类方法有很多，通常，按数据处理宽度可分为8、16、32和64位微型计算机；按组装形式可分为便携机（如笔记本机、掌上机）和非便携机（如台式机）；按用途可分为通用机和专用机、民用机和军用机等。其中工业用和军用微机为提高适应环境能力常采用经加固技术加固的加固型微机。有的微机（除外围设备）集成在一块芯片上，则称为单片机，而嵌入在宿主系统中的则称为嵌入式微型计算机。通常，嵌入式微型计算机是单板机或单片机，广泛用作家电、仪器仪表、数控机床和武器等的控制。如图所示为联想商用微机。



联想商用微机

（撰写：张学孝 审订：张金荣）

weizhixingqi

**微执行器** micro actuator 在微机电系统（MEMS）中执行转换和完成某种指令或动作的微型机电装置。包括微马达、微齿轮、微泵、微阀门、微开关、微喷射器、微扬声器、微谐振器等。微执行器的驱动方式主要有：静电驱动、压电驱动、电磁驱动、形状记忆合金驱动、热金属驱动、液压驱动、热气驱动等。微执行器是MEMS的重要组成部分，一个复杂的MEMS可能需要许多不同的微执行器，如微小飞行器可能需要微型马达、微惯性组合系统、微泵、微开关、微操纵机构等。 （撰写：乔希竹 审订：林金庭）

weizuzhuang jishu

**微组装技术** microelectronic packaging technology 采用微电子技术、混合微电子技术在电路基板上将超大规模集成电路/甚大规模集成电路/专用集成电路（VLSI/ULSI/ASIC）芯片或单片微波电路（MMIC）芯片，以及其他微小型化元器件用微细焊接技术（如共晶焊接、芯片倒扣焊接、载带自动焊接和线焊等）实现高密度、高可靠的组装和互连而形成微组装模块的技术过程。它包含组装设计与测试、多层基板制造、微焊接和封装技术等几大技术群。多芯片组件（MCM）技术是微组装技术的最新进展，它又分为有机层压基板多芯片组装模块（MCM-L）、陶瓷基板多芯片组装模块（MCM-C）和沉积多层基板多芯片组装模块（MCM-D）三大类。

（撰写：严伟 审订：周志春 李怀霞）

weiyi hangkong daohang xitong

**惟一航空导航系统** sole means air navigation system 对于给定的航行阶段或飞行操作系统，能够同时满4种导航系统性能要求，即服务的精度、完好性、可用性和连续性的导航系统。所谓连续性，指整个系统在其所服务的操作持续时间内不间断地完成其功能的能力。更明确地说，连续性是假定系统在这个操作阶段开始时已可使用的条件下，在这个操作阶段的持续期内保持特定的系统性能的概率。对惟一航空导航系统的上述规定并不排斥飞机上可以载有其他导航系统，而且惟一航空导航系统中既可只包含一种传感器，也可以包含其他传感器，这些传感器还可以是不同类型的。

（撰写：邱致和 审订：丁群）

weiju

**伪距** pseudo-range 在发射机与接收机时钟不同步的情况下获得的单向距离测量值。伪距出现在用户设备无源的单程测距系统（如GPS）中。此时用户利用本地时钟测定信号的到达时刻，并与接收信号中标明的发射时刻进行比较，得出信号传播延时 $\tau$。电波传播速度是恒定的，等于光速 $c$，所以传播时延便对应着一个距离值PR。由于卫星钟与用户钟不同步，即有时钟误差 $\Delta t$，传播延时 $\tau$ 对应的距离PR并不是卫星发射机和用户之间的真实距离 $r$，我们称PR为伪距，即

$$PR = \tau \cdot c = r + c \cdot \Delta t$$

由于 $\Delta t$ 是未知量，所以在GPS的定位解算中，需至少获得4颗卫星的伪距测量值才能解算出用户的三维位置和时钟差 $\Delta t$。 （撰写：丁群 审订：邱致和）

weixing daohang xitong

**卫星导航系统** satellite navigation system 由导航卫星星座和一套地面支撑设施构成的导航系统。在全世界任何地方、任何时候为用户提供连续实时位置、速度和时间等导航定位信息的无线电系统。到目前为止已有的卫星导航系统有美国的全球定位系统（GPS）、俄罗斯的全球导航卫星系统（GLONASS），还有正在研制的欧洲的伽利略（Galileo）系统。这些系统的空间部分一般是由24颗或更多的中轨卫星组成的星座，这些卫星不断向地球发送信号，信号中包含有卫星随时间而变化的位置信息（即星历）及其他电文。系统控制部分包括设在地面上的卫星监视站、主控站及上行注入站等支撑设施，用以产生各卫星不断更新的轨道参数和对卫星上原子钟的校正数据，以使卫星所广播的星历保持很高的精度。系统的用户设备接收到4颗或更多的卫星发来的信号时，便能由所测出的伪距解算出所需的导航定位和时间信息。由于卫星导航系统覆盖范围大、用户数无限、所提供的导航信息种类多、精度高；用户设备体积小、重量轻、价格低、耗电少，且无源工作，因此在军用、民用及各种科学研

究中获得了广泛的应用，成为各国发展国民经济和军队作战的重要信息设施。卫星导航是当今导航技术的主要发展方向之一。 （撰写：邱致和 审订：丁 群）

weixing daohang zengqiang xitong

**卫星导航增强系统** satellite navigation augmentation system 利用附加的地面设备以及地球静止卫星对现有的卫星导航系统（GPS 和 GLONASS）的精度、完好性和可用性进行提升的系统。增强的目的是使卫星系统的应用领域得以扩展。目前、正在建设或推荐的卫星导航增强系统包括：⑴为陆地和沿海高精度导航服务的局域差分 GPS 系统，这种系统利用中/低频无线电信标或调频广播电台的副载波广播差分 GPS/GLONASS 数据。如海用差分 GPS 系统，目前全球 34 个国家共建有 310 多个此类差分基准站。美国的全国差分 GPS（NDGPS）系统也属于此类系统。⑵为民用航空导航服务的增强系统有：美国的广域增强系统（WAAS）、局域增强系统（LAAS），日本的利用多功能交通卫星的星基增强系统（MSAS）和欧洲静地星导航重叠服务（EGNOS）。广域增强系统（WAAS）和局域增强系统（LAAS）的结合将使 GPS 可为飞机提供全航程直至精密Ⅲ类进近的导航服务。⑶利用罗兰 C 作数据链提供差分服务的 EUROFIX 系统。⑷为大地测量服务的连续工作基准站（CORS）系统。它将通过因特网为基准网覆盖范围内的测绘用户提供码测距和载波相位数据，从而大大方便了测绘应用。 （撰写：丁 群 审订：邱致和）

weixing dimian jieshou qianduan

**卫星地面接收前端** receiver front-end of satellite earth station 用于接收和放大卫星发送到地面微弱信号的射频低噪声组件。它是各种卫星地面站的关键部件，由极低噪声系数的微波低噪声放大器、混频器、本振和中频放大器构成。由于微波低噪声放大器的噪声系数很低（0.5～1.0 dB），因此又称为低噪声组件（LNB）。20 世纪 60～70 年代 LNB 采用变容管参量放大器，80 年代以后采用高电子迁移率晶体管（HEMT）和 GaAs 单片集成电路（LNB MMIC）。接收广播电视卫星（DBS）用的 LNB 已可用一片 MMIC 构成，全世界用量已达数亿只。 （撰写：林金庭 审订：金毓铨）

weixing dianzi zhencha

**卫星电子侦察** satellite electronic reconnaissance 利用装载电子侦察设备的人造地球卫星，侦收敌方电子设备的电磁辐射信号以获取情报。卫星电子侦察主要由电子侦察卫星与相关的地面接收站共同完成。卫星电子侦察的主要任务是：侦收敌方的电磁辐射信号，测定辐射源的战术技术参数、位置，判明其类型、用途以及与之相关的防空系统、武器系统的配置情况；侦收、分析敌方的遥控、遥测信号，掌握其战略武器的配置情况；长期监视敌电磁辐射源的变化情况，获取其电子设备发展水平、部队配置及活动规律等情报。卫星电子侦察按照定位方法的不同分为单星定位制电子侦察和多星定位制电子侦察；按侦察对象的不同分为侦察雷达和遥控、遥测信号的电子情报侦察和侦收通信信号的通信情报侦察；按侦察任务的不同可分为普查型侦察和详查型侦察等。卫星电子侦察的侦察范围广、速度快、效率高，且不受国界和天气条件的限制，可深入敌纵深对敌方进行长时间、大范围的连续侦察监视，是现代军事侦察不可缺少的重要手段。 （撰写：朱 松 审订：吕连元）

weixing guding yewu

**卫星固定业务** fixed satellite service (FSS) 使用 1 颗或多颗卫星，在地球表面某些固定点之间进行的无线电通信业务。那些位于地球表面固定点的台、站称为卫星固定业务地球站。馈电链路也属卫星固定业务范畴，但并非为用户直接链路，它是位于特定固定点的地球站至空间段（或反之）的链路，用于卫星固定业务以外的某些空间业务，如卫星移动通信业务的信关站，国际移动业务的岸站与卫星间的链路。卫星固定业务使用的频段目前为 C 和 Ku，政府及军用为 X 频段，发展中的有 Ka 频段。卫星固定业务系统大致划分为三大类：⑴国际系统，主要指国际卫星通信系统（Intelsat）以及 Intersputnik。一般使用大口径（18 m、30 m、32 m）天线，承担着全球 2/3 左右的国际业务，多年来其年增长率达到 17 %；⑵区域系统，该系统是指向地理位置接近，或经济、文化等方面关系密切的若干国家之间提供的国际电信业务；⑶国内通信系统，是指在一个国家范围内提供电信服务，一般作为地面网线路的补充、延伸或备用手段。卫星固定业务可承担电话、数据、传真、图文电视、电视传输、电视会议，以及应急通信等业务。 （撰写：王巨椿 审订：李振邦）

weixing guangbo yewu

**卫星广播业务** satellite broadcasting service 卫星通信业务的一个分支。它由特定的地球站向卫星馈入信号，经卫星转发，而为广大公众直接接收的电视和语音节目，即为广播卫星业务。为了实现卫星广播业务，广播卫星是重要角色，但其结构与通信卫星一样，由有效载荷的广播转发器和天线组成。为了使用户直接接收，星上功率远大于通信卫星，特别是近年发展起来的卫星直播（Direc TV），其星上电平达到 40～60 dBW，地面只要用 0.4～0.6 m 天线即可接收。地面接收设备不可少的是天线、低噪声放大器、变频器、中频放大、解调及基带信号处理等，而更为重要的是卫星广播系统的上行站，其任务是把来自演播室的电视声音广播信号，经过调制变频和放大，发射给卫星。目前每个卫星上行站都配有新闻采集车，供外出采访就地转播。卫星广播业务使用的频带有 0.62～0.79 GHz、2.5～2.69 GHz、11.7～12.75 GHz（不同地区使用该三段中的同一个频带）、22.5 ～ 23 GHz（某些地区使用）、40.5～42.5 GHz、84～86 GHz 等 6 个频段。目前主要使用 Ku 频段，但由于 Ku 频段雨衰严重，一些热带多雨国家采用 2.6 GHz。 （撰写：王巨椿 审订：李振邦）

weixing tongxin

**卫星通信** satellite communication 利用人造卫星进行的通信。卫星通信系统通常由空间段（通信卫星及地面测控、跟踪系统）和地面段（地球站）组成。1 颗通信卫星如同设在空中的微波中继站，把陆地、海洋或空中地球站发出的电波信号，经过星上转发器接收、变频、放大后，转发到地面的另一个地球站，从而实现单向（广播）或双向通信。利用 1 颗卫星和多个地球站则构成一个卫星通信网。空间段由若干分系统组成：⑴作为有效载荷的转发器分系统；⑵遥控遥测分系统；⑶控制分系统；⑷太阳能电池及电源分系统等。通信卫星按运行轨道划分为：⑴赤道平面上空 35786 km 的静止轨道卫星；⑵地球上空 10000 km 左右的中轨道卫星；⑶地球上空 1000 km 左右的低轨道卫星。中、低轨道卫星通常用于移动卫星通信。作为抗干扰和抗摧毁的军事卫星通信系统，也有

选用高度为 $1.8\times10^5$ km 的超同步轨道，或与同步轨道兼用的交叉轨道。卫星通信系统工作频率选在微波频段，并对不同业务分配不同的频段。固定卫星业务为 6/4GHz 的 C 频段，或者是 14/12 (13/11) GHz 的 Ku 频段、移动卫星业务(航海、航空或陆地车辆)则分配在 225～400 MHz 的 UHF 频段和 1980～2015 MHz (上行)、2170～2200 MHz (下行) 频段。地面段，根据用户业务需求，建立几座或若干地球站或卫星通信终端。其设备包括：(1) 天线及其跟踪伺服装置；(2) 功率放大/低噪声放大器；(3) 上/下变频器；(4) 调制解调器和多址连接处理器，以及其他辅助处理设备，如回音消除器、监控系统、供电、地面接口等。其作用就是把星上发射的又经远距离传输的微弱信号进行接收和处理，并把本站要发射的信号经一系列处理后，变成大功率信号送上卫星。早期的国际卫星通信多为模拟制，如调频—频分多路—频分多址。目前，已转入数字制，如国际卫星通信组织以话为主的中速数据系统 (IDR)，低速到中等速率的国际商业系统 (IBS)，以及速率高达 120 Mb/s、60 Mb/s 或 24.5 Mb/s 的全时分多址系统。20 世纪 80 年代初，地区和国内卫星通信开始普及，多数系统采用了脉码—相位调制—频分多址—单路单载波，其电路构成简单，调度灵活，设备价格相对低廉。80 年代后期，随着话音激活、语言编码、纠错编码、语言压缩和话音插入技术的成熟，以及星上功率增大，在 SCPC 基础上出现了甚小口径天线终端 (VSAT) 的小型卫星通信地球站。在用户间构成星状网或网状网，广泛用于公众网及专用网。其业务除电话和数据外还可进行传真、电视及网内电视会议。卫星通信的应用不限于固定卫星业务，在移动通信方面更显示其特点，国际移动卫星组织已将早期的船用站派生出陆用和航空移动站。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing tongxin anxufenpei duozhi fangshi

**卫星通信按需分配多址方式**　demand assignment multiple access (DAMA) for satellite communication　将卫星所有信道由各地球站公用，事先不分配给各用户，根据各地球站的申请，临时分配的一种多址方式。如 A 要与 B 通信，A 先向中心站申请与 B 通信，中心站根据当前“信道忙—闲表”，临时分配一对信道给 A、B 两站占用，一旦通信结束，这对信道又归公有。可以看出，按需分配信道利用率高，特别适合那些地球站数量多，而业务量轻的场合，但其代价是设备复杂。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing tongxin kongfen duozhi

**卫星通信空分多址**　space division multiple access (SDMA) for satellite communication　利用各个地球站地理位置的分散性和卫星天线可以产生多个窄波束 (或点波束)、分别对准不同位置的地球站的性能，以其波束在空间指向的差异来区分不同的地址。由于各区域的地球站所发出的信号在空间上互不重叠，即使不同通信区域的地球站在同一时间使用相同的频率工作，也不会产生干扰。因此，利用 SDMA 方式实现转发器频率复用，将成倍地扩大转发器的信道容量。SDMA 必须同其他多址方式如 FDMA、TDMA 以及卫星转换开关 (SS) 相结合，才能实现多址连接，开关的功能是使波束转换。很明显，在 SDMA 系统中，对卫星的稳定性和姿态控制都有很高的要求，要产生多个点波束，天线和馈源比较庞大和复杂。在 Intelsat−V 卫星上由于采用了 3 轴稳定代替自旋稳定，提高了姿态控制精度，实现了SDMA−SS−FDMA 及 SDMA−SS−TDMA 方式。SDMA 方式卫星天线增益高、功率得到合理应用，系统通信容量大大增加，而对地球站的技术要求大大降低，使其成本降低，在卫星移动通信系统中得到广泛应用。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

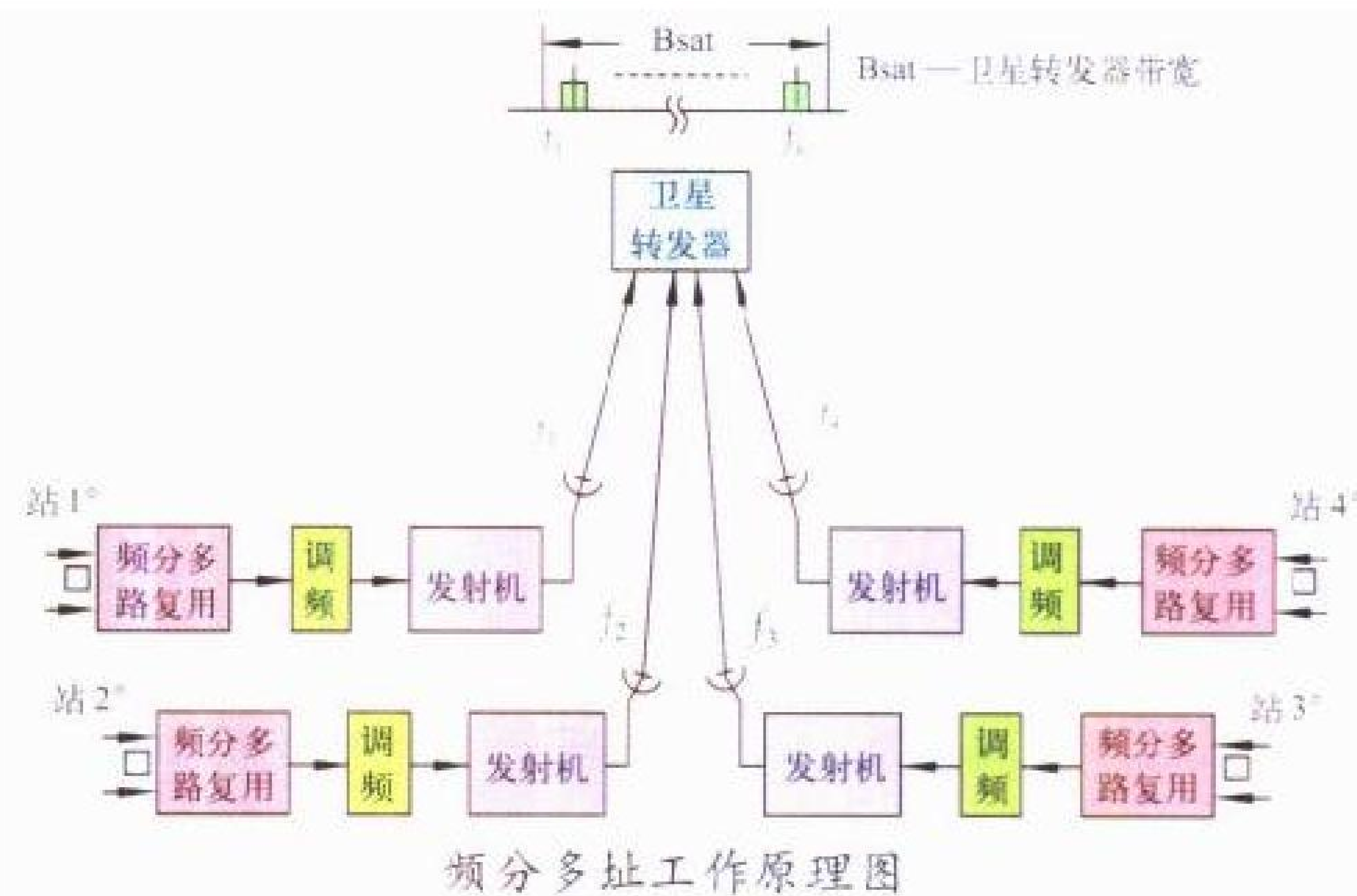
weixing tongxin mafen duozhi

**卫星通信码分多址**　code division multiple access (CDMA) for satellite communication　在卫星通信中利用不同波形或不同的码型来实现多址功能。在该方式下，各地球站所发射的信号往往占用转发器全部频段或部分频段，但各站发射的频率、时间以及空间可以互相重叠，其发射的时间是任意的。这样，只有用与它相匹配的接收机才能检测到某地球站发出的信号。采用这种方式时，各站发射的载波，大都受到两种调制，一是基带信号，另一是地址码信号，因而其频谱宽度比原来的宽度大为扩展，所以这种多址方式也称扩展频谱多址连接方式。根据选择码型的不同，这种调制方式有多种类型，目前基本码型有三种：(1) 伪随机码 (PN) 直接码分多址方式，或称直接序列 (DS) 方式；(2) 时频码分多址方式，或称跳频方式 (FH)；(3) 低密度卷积码分多址方式。这种方式具有很强的抗干扰能力，有很强的保密能力以及比较灵活的特点。但占用频带宽，频谱利用率低，选择地址码工作量大，而且在接收时，对地址码捕获与同步需要一定时间，因而多用于军事卫星通信系统。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing tongxin pinfen duozhi

**卫星通信频分多址**　frequency division multiple access (FDMA) for satellite communication　各地球站按频率的高低，将发射的信号配置在转发器带宽内某个位置上，构成的多址通信信道。这种方式是目前国际卫星通信和国内卫星通信广泛采用的方式，其简化框图如图所示。图中只画出发射



频分多址工作原理图

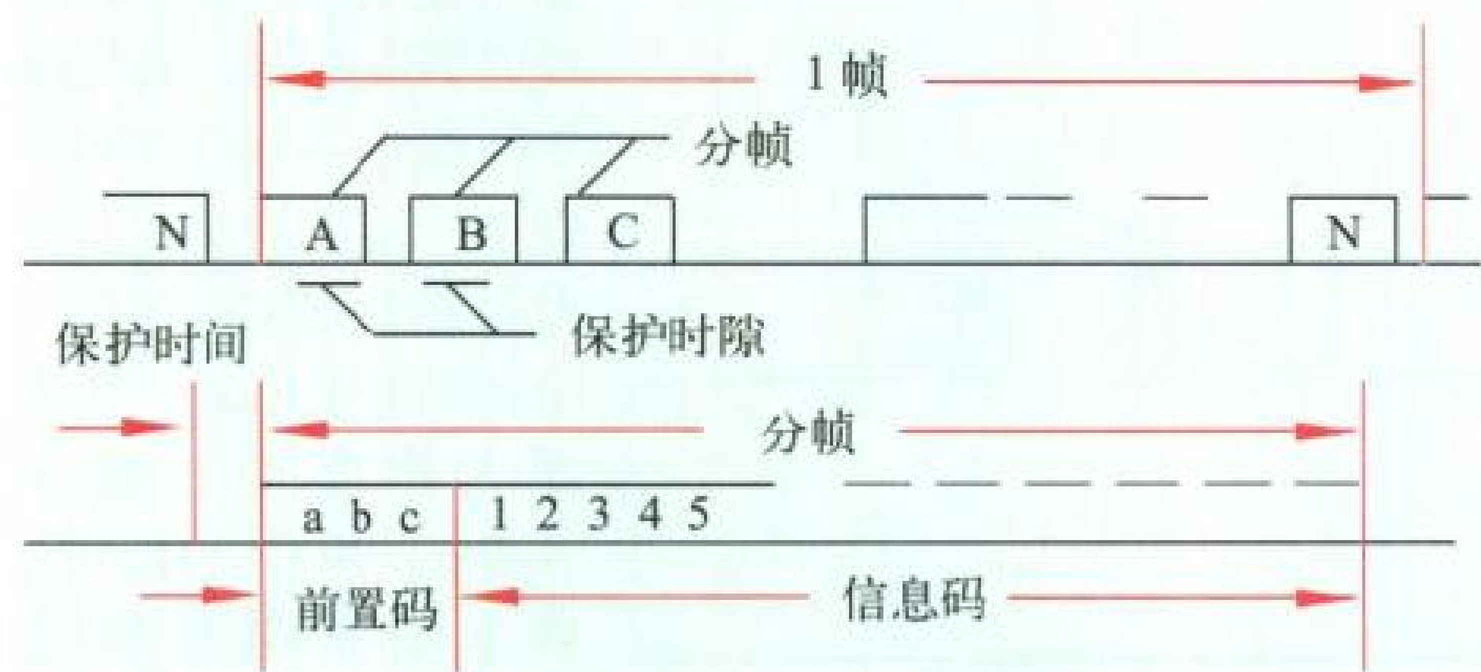
系统，$f_1$、$f_2$、…、$f_i$ 是各地球站发射的载波频率，Bsat 为转发器带宽。频分多址的优点是设备简单，不需要建立同步，但缺点是当地球站数量较大时，许多载波经一个转发器放大，容易产生互调，各地球站功率电平不一致时还会引起弱信号被抑制，另外其抗单一信道的人为干扰能力差。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing tongxin shifen duozhi

**卫星通信时分多址**　time division multiple access (TDMA) for satellite communication　卫星通信时以不同的时隙来区分地址。如图所示，这种多址方式占有一定的时间域，并以

此为周期，重复出现，通称为帧。每帧又划分为若干“分




时分多址时域配置

a—码元同步码；b—地址识别码；
c—载波基准码；1, 2, …，N—话路

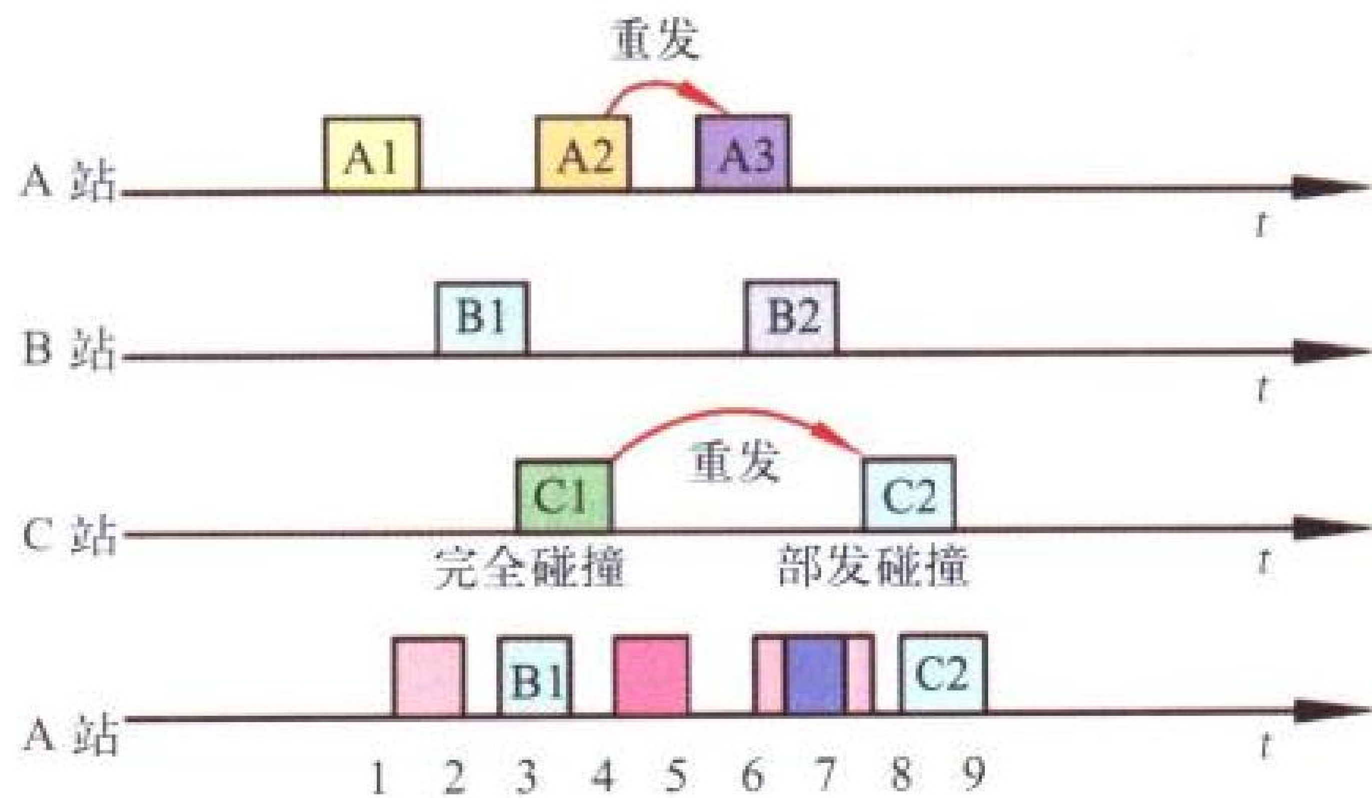
帧”，每个分帧对应一个地址。每个分帧内有“前置码”，包括载波基准、码元同步和地址识别码等。“信息码”为“信息时隙”，供话或数据信息占用。各分帧间留有“保护时隙”，以避免分帧间的干扰。时分多址的关键技术是高精度的同步系统。

采用时分多址，可避免频分多址所固有的互调干扰，容许卫星转发器行波管饱和运用，因而可扩大系统容量。另外，还有地址调换灵活的优点，非常适合按需分配方式。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing tongxin suiji lianjie shifen duozhi

**卫星通信随机连接/时分多址**　random access/ TDMA (RA/ TDMA) for satellite communication　具有动态分配能力的分组广播卫星通信方式。基本实现方法有三种：(1) ALOHA 方式，1973 年首次用于卫星通信系统。其实质是若干地球站共用一个转发器的频段，各站在时间上随机地发送数据分组，若发生碰撞则重发，如图所示；(2) S–ALOHA 方式，S 为时




ALOHA方式发生碰撞及重发示意图

槽 (SLOT)，其基本特征是，在转发器输入口为参考点的时间轴上，等间隔地分成许多时槽，各站发射的各个已调数据分组必须落入某一时槽内，每个分组持续时间基本占满一个时槽，时槽的定时由系统时钟决定，各站发射控制单元必须与时钟同步。这样信道利用率提高 1 倍，其缺点是全网要定时和同步，每个数据分组持续时间必须固定；(3) R–ALOHA 方式，R 是预约 (reservation)，主要解决长短报文问题。基本思路是，各地球站要发长报文时实现申请预约，分配给一个长时隙，一次传送一批数据，对于短报文则使用非预约时隙，按 S–ALOHA 方式进行传输。这样既解决了长报文传输，又保留了 S–ALOHA 方式传输短报文信道利用率高的优点。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing xindao fenpei fangshi

**卫星信道分配方式**　satellite channel assignment mode　分配卫星信道的方式。在卫星功率、带宽以及各地球站的主要性能参数已给定的条件下，信道分配与基带复用方式、调制/解调方式、多址连接方式互相结合，共同决定各地球站的信道配置。信道的分配方式直接关系到信道的工作效率及能否有效地满足用户业务需要。卫星通信使用的初期，采用预先固定分配信道的方式，即相关的各地球站之间所需要的通道（或线路）预先永久地分配给它们，称之为专用的预分配多址连接方式。在这一方式中，会出现某地球站业务十分繁忙，发生业务量过载，导致阻塞，而另一地球站业务空闲，业务量欠载，预先分配给它的信道闲置不用，造成浪费。这就是预分配的缺点，事实上，各站业务量总是随时间变动的。因此，要求分配给网中各站通道数量与所处理的业务量有关，二者之间的动态匹配愈理想，信道利用率才愈高。后来出现了按申请分配制，或称按需分配制。现在常用的信道分配方式可划分为：(1) 预分配制 (PA)，其中包括固定预分配 (PA) 和按时预分配 (PTA)；(2) 按申请分配制（或称按需分配制），其中包括可变收端 (FT–VR)，可变发端 (VT–FR)，分群全可变 (GFV) 和完全可变 (FV)。　（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

weixing yidong tongxin

**卫星移动通信**　satellite mobile communication　利用地球静止卫星、大椭圆轨道卫星或中低轨道卫星作为中继站，使区域甚至全球范围的移动用户通过卫星实现的通信。可为手持机、便携站、车载站、船载站、机载站等移动用户提供通信服务，并可通过地面网与固定用户互联。它采用多波束卫星天线技术形成许多小区，就像倒置在空中的蜂窝网，通过星上交换或地面网交换实现各波束之间的连接和用户漫游，因此便于实现全球个人通信。如国际海事卫星 (INMARSAT) 系统：由 4 颗地球同步卫星构成星座，可向全球除两极地区以外的移动用户提供话音、传真、电报或 ISDN 业务；全球星 (GLobastar) 系统：由运行在 8 个极地轨道平面上的 48 颗卫星构成星座，每颗星 16 个点波束，多址方式 CDMA，业务范围覆盖全球，可为手持机等移动用户随时提供话音、传真、数据、定位等业务。　（撰写：易克初　审订：李建东）

weixing zhongji wurenji cekong xitong

**卫星中继无人机测控系统**　UAV TT&C system by satellite relay　利用同步卫星作中继平台实现对无人机遥控、遥测和侦察信息传输的技术设施。用于远程无人机超视距任务飞行。由于受地球曲率的影响，远程长航时无人机测控须采用卫星作中继转发。系统包括地面控制站、卫星转发器和无人机载设备三部分。地面控制站通过卫星转发器中继，实现对其覆盖区域内飞行的无人机进行测控和信息传输。一般远程长航时无人机系统租用通信卫星或数据中继卫星作中继，并采用 Ku 和 Ka 频段实现 2～50 Mb/s 的信息传输。无人机的机载天线采用数字引导指向卫星，采用陀螺前馈加自跟踪方式实现对卫星的跟踪。对无人机获得的侦察图像等信息的传输，常采用数字压缩技术，以减小传输速率。采用卫星中继的无人机测控系统可通过频分或码分方式，实现对多架无人机的测控。　（撰写：文运丰　审订：周祥生）

weizhi chafen he weiju chafen GPS

**位置差分和伪距差分 GPS**　position differential GPS and

pseudorange differential GPS 用差分技术以提高 GPS 用户接收机导航精度的两种基本的技术类型。系统都由基准站、校正数据广播台和用户接收机组成。位置差分 GPS 系统的基准站计算出其已知精确位置与由设在这个位置上的 GPS 接收机所测量出的位置之间的差值 ($\Delta X$、$\Delta Y$、$\Delta Z$)，并将位置差值作为校正值发送给周围的 GPS 接收机，用以校正这些 GPS 接收机的测量位置。这种校正技术要求基准站与用户必须选用相同的卫星组进行定位，如果所选用的卫星组不同，便没有校正效果，甚至还会使用户的定位精度变差。在伪距差分 GPS 系统中，基准站测量其视界内所有卫星的伪距误差 $\Delta PR_i$，并将 $\Delta PR_i$ 作为校正值播发给周围的用户。在用户的 GPS 接收机中用这些 $\Delta PR_i$ 校正其相应卫星的伪距测量值，然后便可以此计算出精确的位置。伪距差分不要求用户所选用的 GPS 卫星组与基准站的一致，因此能保证不同时的差分的效果。目前的绝大多数差分 GPS 系统都采用伪距差分技术。 (撰写：丁 群 审订：邱致和)

weizhi sudu he shijian xinxi

**位置、速度和时间信息** PVT information 指全球范围精确的位置 (position)、速度 (velocity) 和时间 (time) 信息，是在全球定位系统 (GPS) 出现之后才出现的概念。由于 GPS 能够在全球范围提供精确的 PVT 信息，以它为主，连同其他一些系统，构成了为全球提供 PVT 服务的体系。PVT 信息对军事和民用十分重要。对军事来说，PVT 信息用以支持指挥与控制，协同作战计划的制定，作战管理，情报侦察，精确打击，战略与战场的监视和告警、环境数据的收集与报告、部队训练以及持续的后勤支援等。对民用来说，PVT 信息用以支持航空、航海及陆上交通运输，通信，法律与规定的实施，自然灾害的救助，测绘与地图绘制，科学活动，森林与农业，环境保护，建筑，采矿，人身安全保护，以及娱乐和体育等。 (撰写：邱致和 审订：丁 群)

wencha dianzujian

**温差电组件** thermoelectric module 又称温差电堆。由一定数量的温差电偶，按规定的工艺要求构成的利用塞贝克效应将热能直接转变为电能的温差发电组件。利用帕尔帖效应使电能将热能从一边抽往另一边，形成一面发热、一面制冷的温差电组件称为温差电制冷组件或热泵。 (撰写：张建中 审订：李文滋)

wencha fadianqi

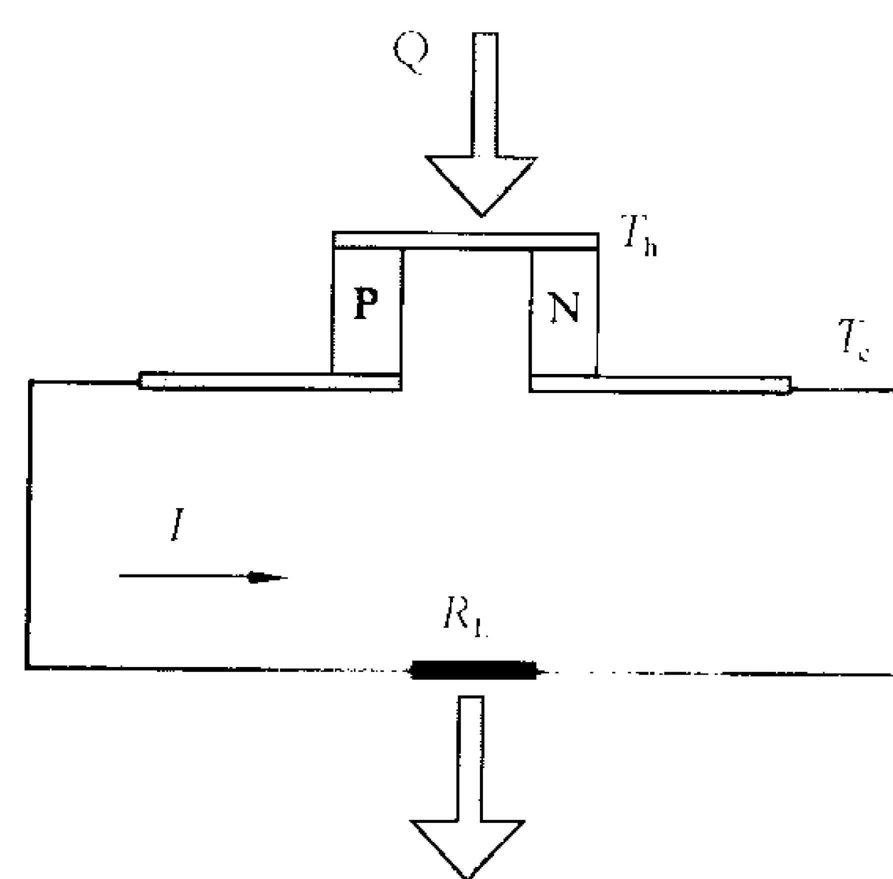
**温差发电器** thermoelectric generator 根据塞贝克效应工作的热能直接转换为电能的发电器件。其原理如图所示。在图中，若温差电偶热结温度为 $T_h$，冷结温度为 $T_c$，则此温差电偶可产生的开路电动势 $\varepsilon$ 为

$$\varepsilon = \alpha\ (T_h - T_c)$$

式中 $T_h$ 为热结温度；$T_c$ 为冷结温度；$\alpha$ 为温差电偶对的塞贝克系数。接上负载电阻 $R_L$，则回路上产生电流。当负载匹配时，温差电偶对能得到最大输出功率 $P_{max}$

$$P_{max} = \varepsilon^2 / 4R_i$$

式中 $R_i$ 为内阻。温差发电器是一种长寿命的电源，温差发电器按使用的热源可分为放射性同位素温差发电器、核反应堆温差发电器、烃燃料温差发电器、低级热温差发电器等；按工作温度可分为高温温差发电器、中温温差发电器和低温温差发电器三大类。高温温差发电器，其热面工作温度一般在 700℃ 以上，使用的典型温差电材料是 SiGe 合金；中温温差发电器，其热面工作温度一般在 400～700℃，使用的典型温差电材料是 PbTe；低温温差发电器，其热面工作温度一般在 400℃ 以下，使用的典型温差电材料是 BiTe。温差发电器可用作远太空飞行器、战区无人侦察设备、边远气象站、石油管路防腐和热表计量等电源。



温差发电器原理示意图

(撰写：张建中 审订：李文滋)

wendu chuanganqi

**温度传感器** temperature transducer 能感受被测温度、并能将其转换成可用的输出信号的传感器。按工作原理分为辐射式、半导体式、热偶式、金属式、膜式、记忆合金等温度传感器。它通常由温敏元件和相配合的结构壳体以及转换电路和引出线构成。按工作方式可分为接触式和非接触式两类。接触式温度传感器，工作时要求传感器与被测介质必须直接接触，而非接触式温度传感器，则可将温度传感器置于被测介质以外的某个位置上，并对被测温度进行测量。

半导体式温度传感器，是利用 P—N 结上的正向电压降随温度升高而降低的特性，实现对温度的测量；另一种是利用半导体的热敏特性来对温度进行测量。热电偶式温度传感器是利用金属之间的热电势差随温度变化的特性来对温度进行测量；辐射式温度传感器是采用对热辐射敏感的材料制成的敏感元件，来对热源辐射出的红外特性进行检测，以此测出温度的高低。温度传感器主要用于各种环境和物质的温度状态测量。 (撰写：范茂军 审订：胡爱民)

wenjian chuansong xieyi

**文件传送协议** file transfer protocol (FTP) 为因特网上客户和服务器之间提供文本文件和二进制文件可靠传送的一种协议。文件是计算机系统中存储、处理和传送的重要形式，为了解决文件的命令规则、文件目录系统规则与文件中文本和数据表示方法的不同，FTP 在传输控制协议之上，利用一组标准的 Telnet 命令集实现了不同系统间的文件传送和管理，从而成为一种简单而易用的协议。FTP 采用客户/服务器模型，为本地主机和远程系统之间进行拷贝和传送文件提供了条件。此外，FTP 还可以提供匿名服务，以减轻管理员和用户的负担。FTP 是因特网上使用最广泛的业务之一。 (撰写：智少游 审订：汪恩荣)

wutong mutong hejin

**钨铜、钼铜合金** tungsten-copper and molybdenum-copper alloy 该类合金为金属 W (Mo) 和 Cu 所组成的复合材料。常用含铜量为 10 wt%～50 wt% 不等。其金相组织是由 W (Mo) 颗粒相和 Cu 金属相所组成的两相结构，即假合金。钨铜材料和钼铜材料的制取方法相似，通常为粉末冶金法。高

W

Cu 含量的合金具有较高的塑性、电导、热导性和热膨胀系数，与钨铜合金相比，钼铜合金的耐热性较低、导电导热性较好，同时单位体积材料的重量轻、成本低。目前，该类复合材料广泛应用于电器开关中的触头、真空电子器件的封接材料和作为半导体元件封装的热沉材料。

（撰写：高陇桥　审订：沈能珏）

wucao dianshu zhiliu sifu diandongji

**无槽电枢直流伺服电动机**　slotless-armature direct current servo motor　一种用高聚合力的环氧树脂将成形线圈元件固定在光滑圆柱形铁芯表面构成的无槽电枢永磁式直流电动机。其结构特点：无齿槽，铁芯表面空间全部安放绕组，电枢电阻较小；转子一般制成棒状，惯量低，电枢绕组自感小。它具有转动惯量低、起动转矩大、转速平稳、低速运行均匀、换向性能良好、过载能力强等优点。适合于短时工作、频繁启动、经常正反转间断工作等场合，例如用于主战坦克、步兵战车的全电力驱动的火炮/炮塔稳定系统中。

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

wudingxing guibomo taiyang dianchi

**无定型硅薄膜太阳电池**　amorphous silicon thin film solar cell　又称非晶硅太阳电池，简称 α-Si 电池，即用非晶硅材料制造的太阳电池。这种电池可用等离子体辉光放电等方法制备。最常用的方法是将硅烷气体通入反应室，气体在一定条件下分解，硅原子淀积在玻璃等衬底上，形成本征型无定形硅薄膜。如在硅烷气体中掺入一定量的磷烷气体或硼烷气体，则淀积出的就是 N 型或 P 型无定形硅薄膜，从而形成 P-N 结。在可见光范围内，α-Si 薄膜的光吸收系数比晶体硅大很多，波长小于 0.7 μm 的光子可以被 1 μm 厚的 α-Si 薄膜吸收，故可制成薄膜太阳电池。由于 α-Si 电池可以使用廉价的衬底材料，反应气体也较便宜，制造工艺相对简单，故成本较低，适合于地面光伏电站的应用。另外，α-Si 太阳电池弱光性能较好，可作为手表、计算器等小型电器的能源。α-Si 电池的缺点是光电转换效率较低，同时存在着光致衰降效应。（撰写：宋礼彬　审订：徐寿岩）

wulianjie yewu

**无连接业务**　connectionless services (CLS)　在提供业务的各用户之间传送信息时，无需在端到端之间建立连接的一种业务。如在执行 IP 协议的局域网中，在数据报分组传送之前，就无需建立连接，而在数据报分组传送完成后，也无需拆去连接。对某一特定的网络而言，如果在端用户之间传送信息时无需建立物理连接、逻辑连接或虚电路连接，就称该网为无连接的网络业务 (CLNS)。

（撰写：智少游　审订：汪思荣）

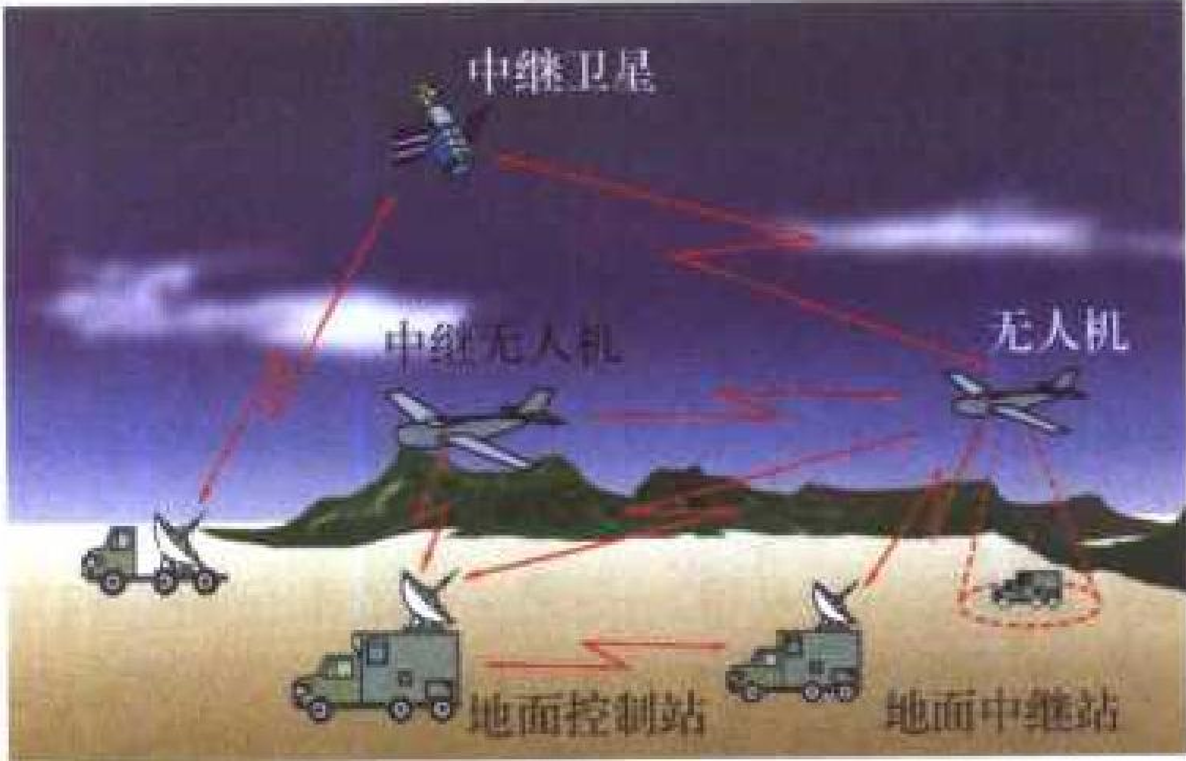
wuma jieshouji

**无码接收机**　codeless receiver　能够利用“无码”方法而获得 GPS 精确电离层校正能力的民用双频 GPS 接收机。所谓“无码”就是在不需要知道 P(Y) 码序列的条件下，采用某种信号处理技术（如信号平方技术、P 码部分相关技术）获得 GPS 的 L1 和 L2 双频信号的载频相位测量值。由于电离层延迟与载频相位超前量有关，载频越高，超前越多，因此可以从不同载频的相位超前量计算出电离层延迟，从而将其校正。“无码”跟踪不能提取卫星电文数据或识别被跟踪的卫星号，但这些信息可以从普通 C/A 码接收机获取。与普通 GPS 接收机相比，由于“无码”方法是以损失信号功率为代价的，其接收信/噪比显著降低，这使无码接收机更容易受接收机运动状态和射频干扰的影响。无码接收机可为民用精密差分基准站提供电离层延时的双频测量。

（撰写：丁　群　审订：邱致和）

wurenji cekong xitong

**无人机测控系统**　UAV TT&C system　对无人驾驶飞机进行跟踪、定位、遥测、遥控等功能的技术设施。先进的无人机测控系统还具有侦察信息传输功能，这种系统又称无人机测控与信息传输系统。它由机上设备和控制站设备组成。控制站一般都设在地面，通称地面控制站 (GCS)。有时无人机测控系统也分成数据链和地面控制站两部分，其地面控制站只指监视和控制设备，而数据链是指无人机和地面控制站之间实现遥控、遥测、定位、侦察信息等数据传输的无线电设备。数据链由机载数据终端 (ADT) 和地面数据终端 (GDT) 组成。无人机与地面控制站不具备无线电通视条件时，必须采用中继方式，根据中继站所处的空间位置，又分地面中继、空中中继和卫星中继的无人机测控系统。



无人机测控系统示意图

（撰写：周祥生　审订：孙　鉴）

wurenji dimian kongzhizhan

**无人机地面控制站**　UAV ground control station　无人机地面飞行控制和管理中心。用于无人机飞行前任务规划，无人机的飞行和侦察任务的控制，实时处理和显示无人机的侦察图像、遥测参数和飞行航迹，监视无人机系统的工作状态和控制系统工作参数。无人机地面控制站 (GCS) 通常设置在陆地上（陆基）或舰船上（舰基），该站与无线电数据链一起构成无人机测控与信息传输系统。有时也将 GCS 与无线电数据链的地面数据终端 (GDT) 设备统称为地面控制站。无人机飞行前，首先要根据上级下达的作战任务针对战场环境生成作战方案。任务执行过程中通过飞行操纵台和任务操纵台发出遥控指令，并接收下行图像和遥测数据，经数据处理送监视器显示；近程和短程无人机系统可采用斜距/方位的自主定位方式，中远程无人机则主要采取导航卫星定位方式，根据无人机的定位数据在地图背景下实时显示飞行航迹；监控设备实时监视和控制系统各设备的工作状态和工作参数。

（撰写：文运丰　审订：周祥生）

wurenji hangji chuli

**无人机航迹处理**　UAV track processing　对无人机飞行路径进行实时处理并显示的技术。使用中根据所得到的无人机飞行过程中的位置数据，经处理后，在电子地图或图形地图

上将无人机飞经的地理位置信息按照一定的比例以曲线的形式绘制出来，所绘制出来的航迹表示无人机飞经的空间位置在地球表面上的投影。无人机航迹处理主要包括无人机位置投影的计算、大地坐标系的转换、地图叠加和航迹绘制等工作。绘制出来的航迹可以全面地反映无人机的飞行过程，并为任务侦察设备所得到的侦察信息提供定位依据。实时绘制的航迹还可以及时地反映无人机当前位置及其周围地理环境，为无人机操作人员的决策提供辅助信息。早期的无人机飞行航迹通过手工或扫描仪在军用地图上绘制，进入 20 世纪 90 年代后，随着计算机技术的发展、无人机飞行参数与扫描地图或数字地图参数在计算机内进行综合处理，在计算机监视器和彩色大屏幕投影显示器上显示出来。

（撰写：文运丰　审订：周祥生）

wusheng dianhua

**无绳电话** cordless telephone　用无线信道代替普通电话线，在限定的业务区内自由移动的无线电话系统。无绳电话属于低功率系统，户外覆盖范围小于500m，室内小于50m。无绳电话可用作电话系统的无线延伸，也可用于慢速移动的办公、商用、住宅区及公共场合的通信。无绳电话系统分为模拟系统和数字系统。模拟系统是早期的系统，20 世纪 70 年代后期引入市场。1989 年欧洲推出了第一个数字无绳电话系统，随后北美、日本等都推出了数字无绳电话标准。以数字技术为基础的数字无绳电话可实现双向呼叫、微小区组网、漫游与切换等多种功能，得到了广泛的应用。典型的系统有欧洲数字无绳电话系统 (DECT)、日本个人便携电话系统 (PHS)、北美个人接入通信系统 (PACS)，其主要性能指标如表所示。

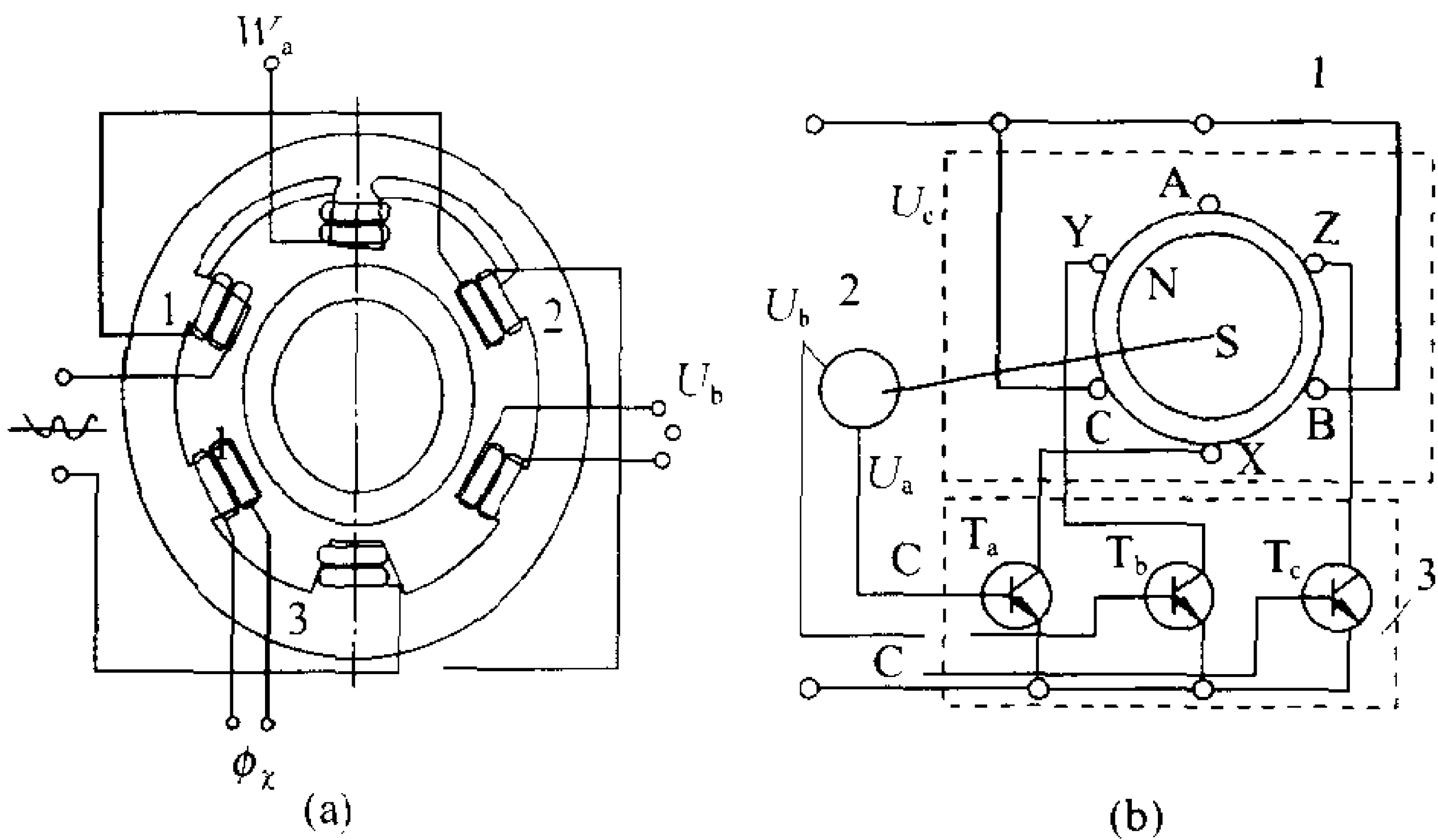
**数字无绳电话规范主要参数表**

| 项目 | | PACS | DECT | PHS |
|---|---|---|---|---|
| 工作频段 (MHz) | | 1850～1910<br>1930～1990 | 1880～1990 | 1895～1918.1 |
| 频道间隔 | | 300kHz | 1.728 kHz | 300 kHz |
| 载频数 | | | 10 | 77 |
| 调制方式 | | π/4–DQPSK | GMSK | π/4–DQPSK |
| 双工方式 | | FDD | TDD | FDD |
| 多址方式 | | TDMA | TDMA | TDMA |
| 信道复用数 | | 3 | 12 | 4 |
| 双工频道总数 | | | 120 | |
| 信道分配方式 | 话音 | DCA | DCA | DCA |
| | 控制 | 专用 | 专用 | 专用 |
| 话音编码方式 | | 32 kb/s<br>ADPCM | 32 kb/s<br>ADPCM 或 CVSD | 32 kb/s<br>ADPCM |
| 发射功率 (mW) | | 200 | 250 | 80 |
| 公用场所<br>提供业务 | | 双向呼叫<br>越区切换 | 双向呼叫<br>越区切换 | 双向呼叫<br>越区切换 |

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

wushua zhiliu diandongji

**无刷直流电动机** brushless direct current motor　利用电子换向开关电路和位置传感器代替电刷和换向器的永磁式直流电动机。无刷直流电动机由电动机本体、转子位置传感器、电子换向开关电路等三部分组成，其原理如图所示。它是电子技术和电机技术密切结合的产物，具有普通直流电动机的良好调速特性和起动性能，又消除换向火花、无线电干扰的弊端，具有长寿命、高可靠、噪声低等优点，作为驱动元件应用于航天、航空、舰船、通信、计算机等领域。




*无刷直流电动机原理图*

1—电动机本体；2—位置传感器；3—电子换向开关电路

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

wushua zhiliu liju diandongji

**无刷直流力矩电动机** brushless direct current torque motor　一种无电刷和换向器、可直接驱动负载的永磁式直流力矩电动机。它具有无火花、无线电干扰小、转矩惯量比高、稳定工作频带宽等优点，可提高系统的刚度、精度、快速性和稳定性。无刷直流力矩电动机可工作在各种恶劣环境条件下，在需要大转矩、低转速的系统中获得广泛应用。例如机载、舰载雷达天线的俯仰和方位驱动。

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

wuxiandian daohang

**无线电导航** radio navigation　利用无线电技术对运载体航行的全部(或部分)过程实施引导。能够完成一定的无线电导航任务的技术装置组合，称为无线电导航系统。一般说来，无线电导航系统分为陆基无线电导航系统和卫星导航系统两大类。陆基无线电导航系统由设在陆上的导航台和设在运载体上的导航设备组成。卫星导航系统则由导航卫星、用户设备及地面支撑设备三部分组成。无线电导航的任务包括：(1) 引导运载体沿既定航线航行；(2) 确定运载体当前所处的位置及其航行参数；(3) 导引运载体在夜间和复杂气象条件下安全着陆(或进港)；(4) 为运载体准确、安全地完成航行任务所需要的其他导引任务。其中，确定运载体当前所处的位置及其航行参数是无线电导航的基本任务，它也是完成其他各项无线电导航任务的基础。一般说来，要描述一个无线电导航系统，必须考虑其精度、覆盖范围、信息更新率、可用性、可靠性、完善性、多值性、系统容量和导航信息的维数等 9 个参数。　（撰写：丁　群　审订：邱致和）

wuxiandian xinbiao wufangxiang xinbiao zidong cexiangyi wuxiandian luopan

**无线电信标、无方向信标、自动测向仪、无线电罗盘** radiobeacon, nondirectional beacon (NDB), automatic direction finder (ADF)　为飞机或舰船服务的无线电导航系统。无线电信标是设立在地面固定点的连续波发射机，采用全向天线。无线电信标可用于航空导航，其工作频率在 190～435 kHz (其中 285～325 kHz 为海用无线电信标使用) 和 510～535 kHz。航空无线电信标又称为无方向信标 (NDB)。飞机上

的设备叫自动测向仪(ADF)或称为无线电罗盘，是带有环形天线的接收设备。利用天线的方向性，ADF便能测出NDB相对于飞机轴线的方位。无线电信标是在第二次世界大战之前的主要导航设施。至今所有民航班机，大部分军用飞机等仍装有ADF，主要用于找寻仪表着陆系统(ILS)的初始进近点，还用于非精密进近，以及航路导航。它的精度为±3°～10°，侧风会引起飞行航迹弯曲，但NDB及ADF价格低廉，因此仍有相当用户。海用无线电信标原理与航空无线电信标相同，较大的船只用它作备用导航，小船则作归航用。近年来，许多国家将海用无线电信标改作广播DGPS校正信息，而未作改动的海用无线电信标将可能逐步停用。

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

wuxiandian yinxin ganrao

**无线电引信干扰**　radio proximity fuse jamming　利用辐射、转发、反射或吸收电磁波，破坏或削弱敌方射弹上的近炸引信装置正常引爆能力的一种电子干扰。无线电引信干扰是引信对抗的主要方面，其作用是通过有源或无源干扰使引信失去近炸功能，消除或降低敌武器战斗部的杀伤力，保护目标的安全。无线电引信干扰包括有源干扰和无源干扰两种。有源干扰是指敌引信距目标较远时，用电子设备发射带有目标信息的干扰信号，引信收到干扰信号后会误以为已到达距目标的最佳距离而提前引爆。而无源干扰是指在远离目标的前方上空抛撒大量的无源箔条，形成大范围的箔条云，当引信接近箔条云时，箔条云会反射引信辐射的信号，反射信号的特征与目标反射信号的特征相同，引信收到反射信号后就会引爆导弹或弹丸。有源干扰是对付无线电引信的主要手段。

（撰写：王　燕　审订：索以宾）

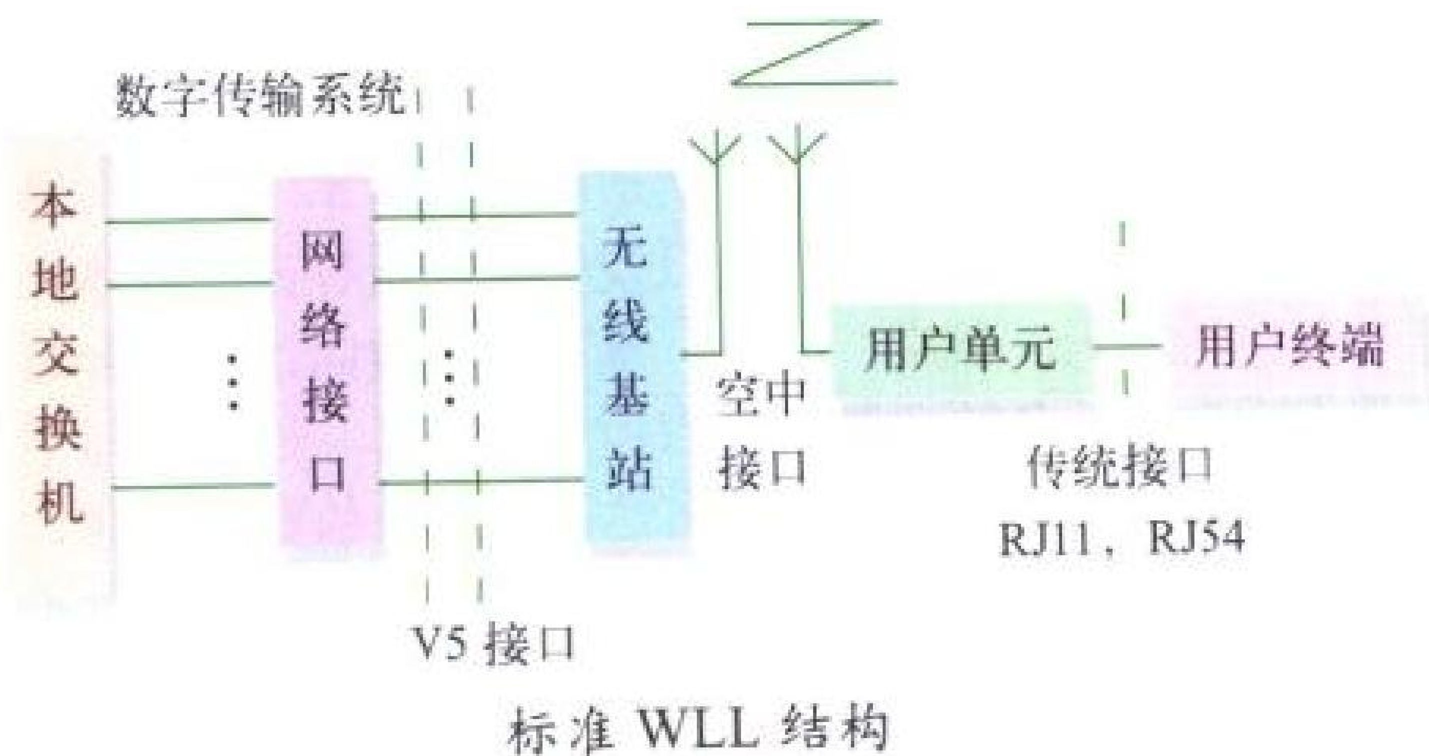
wuxianguang juyuwang

**无线光局域网**　wireless optical LAN　利用无线激光在一定的范围，按一定的协议而组成的网络。它可分为室外(out-door)和室内(in-door)两种组网方式。前者利用无线激光点—点直线传播特性组成室外局部链路网。后者则利用激光在室内的点—点直线传播和漫射传输形式组成室内的机动灵活网络。随着数字化、信息化网络的发展需求，激光波段大容量的优势将在组网中得到重要应用。

（撰写：胡　渝　审订：李振邦）

wuxian jieru huanlu

**无线接入环路**　wireless access loop　又称为无线本地环路(WLL)。从公用电信网的交换节点到用户终端全部或部分采用无线手段的接入技术。标准无线本地环路结构如图所示，由无线基站和用户单元组成。无线基站包括基站收发信机、基站控制器，它提供一个面向程控交换机的标准网络V5接口和面向用户侧的空中接口，并完成无线接口的认证和保密、无线资源管理、用户单元登记、路由选择、计费、维护、协议转换以及语言与数字的代码转换等功能。用户单元包括收发信机并提供一个面向基站的无线接口和面向用户的传统接口(如RJ11、RJn54等)。交换机与基站之间用数字传输系统(光纤、电缆或微波)相联。用户单元接收到基站送来的无线信号，并将其转换成模拟信号或数字信号，再用有线手段与电话机等用户设备相联。无线接入环路有下述几种类型：基于卫星通信的系统；一点对多点微波系统；基于蜂窝移动通信的系统；基于无绳电话技术的系统；专用无线本地环路系统。




标准WLL结构

（撰写：李少谦　审订：李振邦）

wuxian tongxin

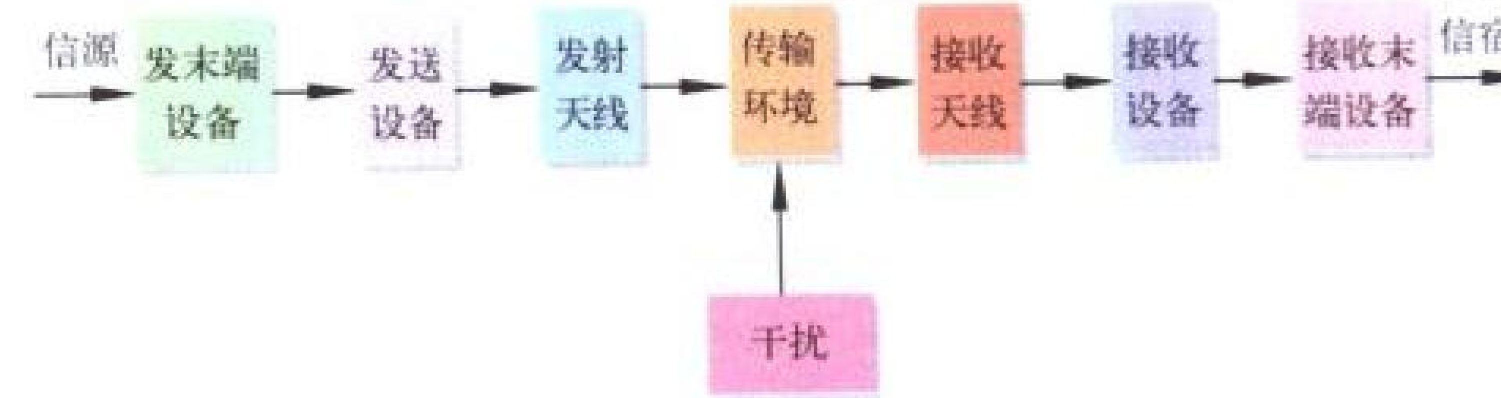
**无线通信**　wireless communication　利用电磁波在水下、地下、地面、天空或太空中辐射传播而进行的通信。无线通信使用的电磁波频段可划分为12个，见表(不含光波)。无线

**无线通信的频段(波段)表**

| 段号 | 频段名称 | 频率范围/Hz | 波段名称 | 波长范围/m |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 极低频 | 3～30 | 极长波(千万米波) | $(10000\sim1000)\times10^4$ |
| 2 | 超低频 | 30～300 | 超长波(百万米波) | $(1000\sim100)\times10^4$ |
| 3 | 特低频 | 300～3000 | 特长波(十万米波) | $(100\sim10)\times10^4$ |
| 4 | 甚低频 | $(3\sim30)\times10^3$ | 甚长波(万米波) | $(10\sim1)\times10^4$ |
| 5 | 低　频 | $(30\sim300)\times10^3$ | 长　波(千米波) | $(10\sim1)\times10^3$ |
| 6 | 中　频 | $(300\sim3000)\times10^3$ | 中　波(百米波) | $(10\sim1)\times10^2$ |
| 7 | 高　频 | $(3\sim30)\times10^6$ | 短　波(十米波) | $(10\sim1)\times10$ |
| 8 | 甚高频 | $(30\sim300)\times10^6$ | 超短波(米波) | 10～1 |
| 9 | 特高频 | $(300\sim3000)\times10^6$ | 微波(分米波) | $(10\sim1)\times10^{-1}$ |
| 10 | 超高频 | $(3\sim30)\times10^9$ | 微波(厘米波) | $(10\sim1)\times10^{-2}$ |
| 11 | 极高频 | $(30\sim300)\times10^9$ | 微波(毫米波) | $(10\sim1)\times10^{-3}$ |
| 12 | 至高频 | $(300\sim3000)\times10^9$ | 微波(丝米波) | $(10\sim1)\times10^{-4}$ |

注：频率范围含上限，不含下限，波长范围含下限，不含上限。

通信的主要设备有末端设备、发送接收设备和天线伺服设备几类，图为信息从信源到信宿的流程示意。无线通信是实现移动通信的惟一手段，但由于信号传播过程的开放性易受天然或人为的干扰及被敌方截获，传输损耗及损伤也远较有线通信严重。无线通信也是广播、导航的基础。军事应用的无线通信类别主要有：甚长波、长波通信主要用于对潜及地下通信；中波通信主要用于导航；短波通信广泛用于战略、战




无线通信信源到信宿的信息流程

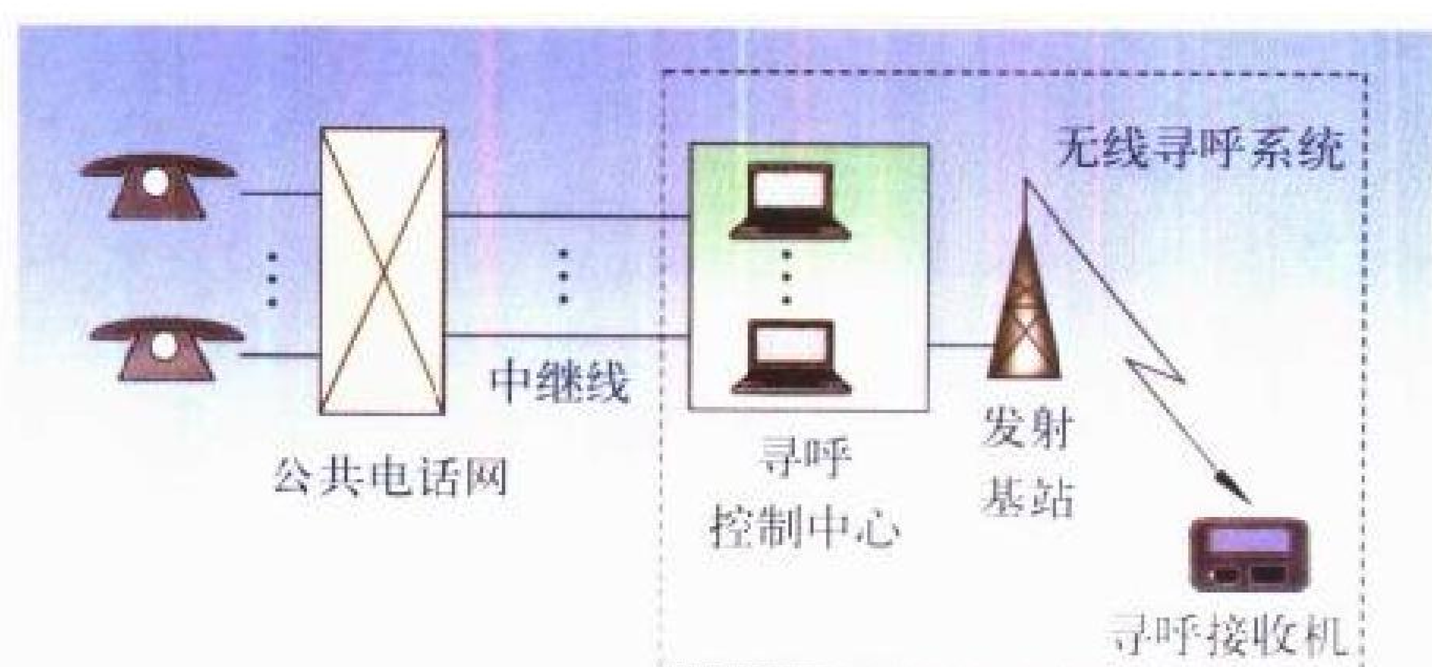
术通信；超短波通信，或以视距或以接力链路方式工作，利用电离层或流星余迹散射可进行超视距传输；微波通信大多构成接力系统用作干线传输，利用对流层散射可进行超视距通信；卫星通信使用超短波或微波，卫星通信发展很快且自成体系。

（撰写：周　吉　审订：李振邦）

wuxian xunhu

**无线寻呼**　paging　通过无线信道只寻呼用户的一种通信系统。无线寻呼系统通常由一个控制中心(又称寻呼台)、一个或数个无线电发射基站以及持有无线电寻呼接收机的用户

组成，如图所示。其中控制中心由计算机系统、电话接续设备和话务人员构成。无线寻呼的工作原理为：呼叫者利用市话拨通寻呼台电话，把被呼者的寻呼机号码、自己的姓名、电话号码或简单留言告之寻呼台的话务员(或自动输入)，话务员将这些信息送入系统发射到空间，被呼叫的寻呼机收到信号后，将发出相应的提示信号，同时将信息存入机内的存储器中。由于寻呼机常发出“Bi…Bi…”的提示音，故其又被形象地称为BB机或BP机。只能接收数字信息的寻呼机被称为数字机，能接收中文短消息的寻呼机被称为中文机。若用户持有的寻呼机还能发射信号，则称之双向寻呼系统。




无线寻呼系统的组成

(撰写：李少谦　审订：李振邦)

wuxian yingyong xieyi

**无线应用协议**　wireless application protocol (WAP)　由多家公司组成的WAP论坛，为实现新一代无线通信设备可靠地接入因特网而提供的一组基本协议。WAP利用无线标记语言(WML)、因特网的用户数据报协议和IP等标准，将许多规程建立在超文本传送协议(HTTP)和传送层协议上，而且进行了优化，克服了无线环境下低带宽高延时和连接稳定性差的缺陷。其主要技术特点有：采用二进制传输以便更大地压缩数据；采用WML和WML脚本语言制作WAP的内容，最大限度地利用了小屏幕显示；会话系统可以处理间歇覆盖，可以在无线传输各种变化条件下进行操作；采用栈式存储设计可使需求带宽最小化，并适用于无线网络。WAP论坛的广泛协作将使一系列规程得以完成。WAP得到全球75%的手机生产商和大量电信营运商的支持，有可观的发展前景。　(撰写：智少游　审订：汪恩荣)

wuyi fushe qingbao

**无意辐射情报**　unintentional radiation intelligence　通过搜集、分析敌方设备、装置和系统无意产生的电磁能信号(核武器爆炸引起的电磁能信号除外)所获得的情报。电子设备除了通过天线人为发射有意信号外，设备中的电子线路、开关、点火装置、传输导线、计算机和显示器件等都会向周围无意泄漏微弱的信号。采用高灵敏度的特殊接收装置进行侦收，可获取有关敌方部队装备、调动、作战意图等重要军事情报。无意辐射情报是通信情报和电子情报的一个补充手段，是信号情报的一个重要组成部分。随着计算机的大量使用，利用计算机及其外围设备无意辐射的电磁泄漏信号已成为窃取对方国家机密和军事情报的重要手段之一。

(撰写：朱松　审订：吕连元)

wuyuan dingwei

**无源定位**　passive location　无源定位是指利用不发射电磁波的无线电设备测量目标位置的一种定位技术。该目标可以是带有辐射源的目标，也可以是能反射电磁波的目标。与有源探测定位相比较，无源定位不发射信号照射目标，作用距离远，覆盖范围大，隐蔽性好，生存能力强，不会遭到敌方的电子干扰和反辐射攻击，也可以利用敌方的干扰信号进行探测定位，无源定位系统具有探测隐身目标的能力。无源定位技术在理论上和工程实践上均已日趋成熟。除了已有的测向定位、测时差定位、测向测时差定位技术以外，又发展了以测量数据的统计估计或统计分析处理为基础的无源精确定位技术，使得无源定位技术的优势更加突出，应用更加广泛。无源定位系统已成为国土防空体系的主要组成部分。

(撰写：龚渝　审订：顾耀平)

wuyuan leida

**无源雷达**　passive radar　又称被动雷达。雷达本身不发射信号，而是利用目标发射的信号、目标自身的辐射或目标对其他辐射源的散射能量来完成目标检测、分选和坐标参数估计的设备。无源雷达能够对目标进行定位、跟踪，并以一定的数据率显示目标点迹、航迹和目标特征，向其他系统提供目标位置和其他信息。由于缺乏有关辐射时间的信息，对辐射源距离估值要从不少于两个站点的数据来确定，因此无源雷达一般由两个以上的同时接收辐射信号的站点组成。无源雷达常见的体制主要有多站时差定位和测向交叉定位，多用于对目标辐射信号的实时定位跟踪，其主要优点是隐蔽工作，生存能力强，可靠性高，缺点是系统性能对目标辐射信号的依赖性强，精度及分辨率较差，多目标时分选困难等。现代探测系统将采用有源雷达和无源雷达互补协同工作，组建综合探测系统。　(撰写：徐龙　审订：阮信畅)

wuyuan tance jishu

**无源探测技术**　passive detection technology　系统本身不发射任何信号，而仅仅通过截获目标发射的信号、目标自身的辐射和目标反射的能量(包括射频、红外、激光、热能等)来探测其存在，并分析目标特征的技术。不同的应用目的采用不同的无源传感器和信号处理技术，其主要特点是工作隐蔽，能够对接收到的目标信号参数进行测量，甚至通过这些参数判定目标性质并进行平台识别。这种技术具有广泛的适应性，能够探测陆、海、空、天运动或固定辐射源，是电子情报(ELINT)、电子支援措施(ESM)、电子对抗(ECM)、电子反对抗(ECCM)和无源雷达等系统的关键技术，并广泛应用于航空航天探测、地面海面目标探测及地球物理学研究。

(撰写：徐龙　审订：阮信畅)

wuqi pingtai dianzi zhuangbei

**武器平台电子装备**　electronic equipment of weapon platform　在武器平台上装载的电子装备与系统的总称。武器平台是装载作战装备和器材的载体。武器平台包括作战平台和信息平台，作战平台主要包括坦克与装甲车、火炮与导弹发射装置、作战飞机与直升机以及作战舰船等武器载体。信息平台包括航天、航空、海上、水下以及地面信息平台等。武器平台电子装备除武器的火力控制设备外，还包括与平台配套的电子信息系统和通信、雷达、导航、侦察、告警、传感、识别、定位和干扰等设备及其集成化系统。这些电子装备也可构成独立的信息平台。

(撰写：崔德勋　审订：黄史坚)

wushi C⁴I

**“武士” C⁴I** C⁴I for the warrior ($C^4IFTW$) 1992年2月美国参谋长联席会议提出了“武士”$C^4I$概念。“武士”$C^4I$概念是在新军事革命的形势下，为建设美国全军综合$C^4I$系统(1996年后称为$C^4ISR$系统)的纲领和灵魂。按“武士”$C^4I$概念建设的$C^4ISR$系统将给“武士”(指挥员和战斗员)带来：(1)精确和完整的作战空间图像；(2)实时和详细的作战任务；(3)清晰的敌方目标视图。$C^4ISR$系统可使“武士”在任何时间任何地方执行任何任务时，都是敏锐的、可靠的、安全的和有为的。“武士”$C^4I$概念所设想的信息基础设施应提供：(1)无缝作战；(2)完整的互操作性；(3)公共操作环境；(4)共用应用软件；(5)全球通信网络；(6)全球指挥控制；(7)战场可视化；(8)自适应的安全防护等。正在建设中的$C^4ISR$系统和国防信息基础设施(DII)都是为了实现“武士”$C^4I$概念。 (撰写：刘 兴 审订：彭永录)

wuli anquan

**物理安全** physical security 为使计算机和其他信息处理设备免遭盗窃、破坏等人为事故侵袭及水、火灾等环境意外事故的影响而采取的保护措施。物理安全主要涉及工作环境、人员及设备的安全。解决方法主要有工作环境的防护处理、人员出入的身份核查、电磁辐射的屏蔽设计、设备的物理加固及保护处理、设备备份等方面。

(撰写：李 川 审订：穆良知)

wuli dianyuan

**物理电源** physical power sources 应用物理等方法，将自然界中存在的某种能量(如光能、热能)直接转换成电能的器件或装置。典型的物理电源有两种：(1)太阳电池，直接把太阳能转换为电能；(2)温差发电器，直接将热能转换为电能。物理电源的突出特点是：在应用过程中对环境不造成污染，因此也将其称之为“绿色环保电源”。在电网很难或无法达到的用电领域，物理电源有着广泛的应用。如海岛上的航标灯、航天飞行器等，多采用物理电源作为电力来源。随着科学技术的发展，物理电源的种类也越来越多，如热光伏电池等。 (撰写：宋礼彬 审订：徐寿岩)

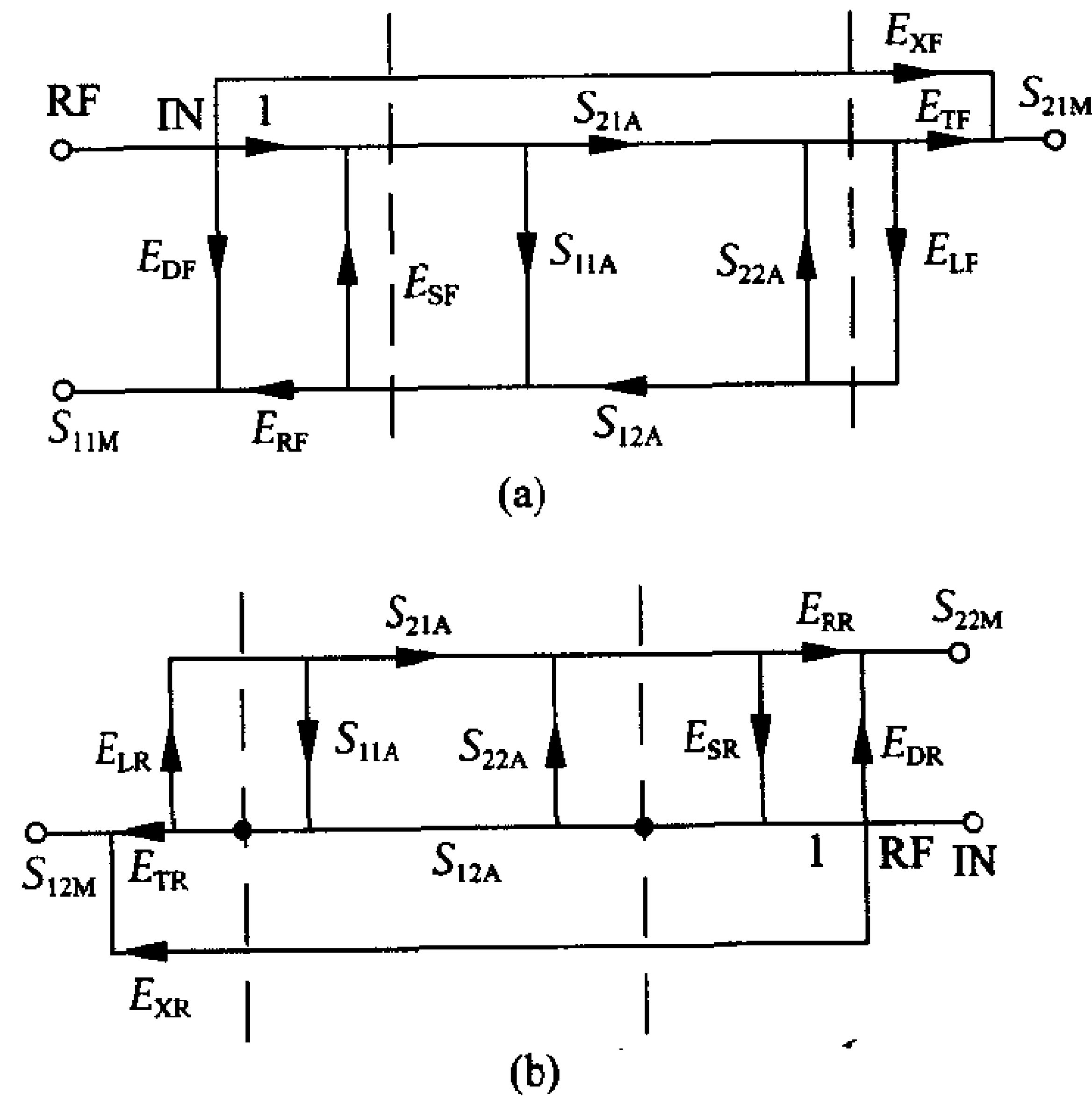
wuli qixiang dianji

**物理气相淀积** physical vapor deposition (PVD) 将金属、合金、非金属或化合物等源(靶)材料用物理方法使其气化为原子或分子，或离化为离子，然后淀积在基体表面形成薄膜的技术。PVD方法主要有三类：(1)蒸发，在真空下(真空度小于等于1.3 MPa)，用电阻或电子束加热，使坩埚中源材料熔化并蒸发到基片表面形成膜；(2)离子溅射，在真空室内通入0.1～1.0 Pa的惰性气体，使其在高电压下辉光放电，气体离子在强电场作用下轰击源材料制成的靶，将靶原子溅射出来淀积在基片上；(3)离子镀，将蒸发与溅射相结合，即在真空下使源材料蒸发，继而通入惰性气体，在基片与源之间加负高压使之产生辉光放电，基片表面被气体正离子轰击清洗，而源材料正离子则淀积到基片上。PVD的优点是：(1)淀积在真空下进行，污染少；(2)膜质量好，厚度均匀、致密；(3)应用领域广，广泛用于微电子工艺、磁性薄膜、陶瓷薄膜、压电及超导体薄膜等方面。

(撰写：华庆恒 审订：沈能珏)

wucha xiuzheng

**误差修正** error correction 修正网络参数测量的误差，以提高网络参数的测量精度。网络测量的误差包括系统误差和随机误差两种，系统误差是由于微波毫米波部件的不完善性所引入的误差，减小系统误差的方法是用校准件结合计算机技术进行误差校准。随机误差是不可重复的误差项，减小随机误差的有效方法是对测试数据进行平均或平滑处理。误差修正主要有四个关键步骤：建立误差模型、用已知特性的校准件进行测量校准、误差模型中误差参数的提取、从被测网络的实测参数中提取真实的参数。矢量网络分析仪全二端口误差修正模型如图所示。 (撰写：李为民 审订：陈光禢)




矢量网络分析仪全二端口误差修正模型

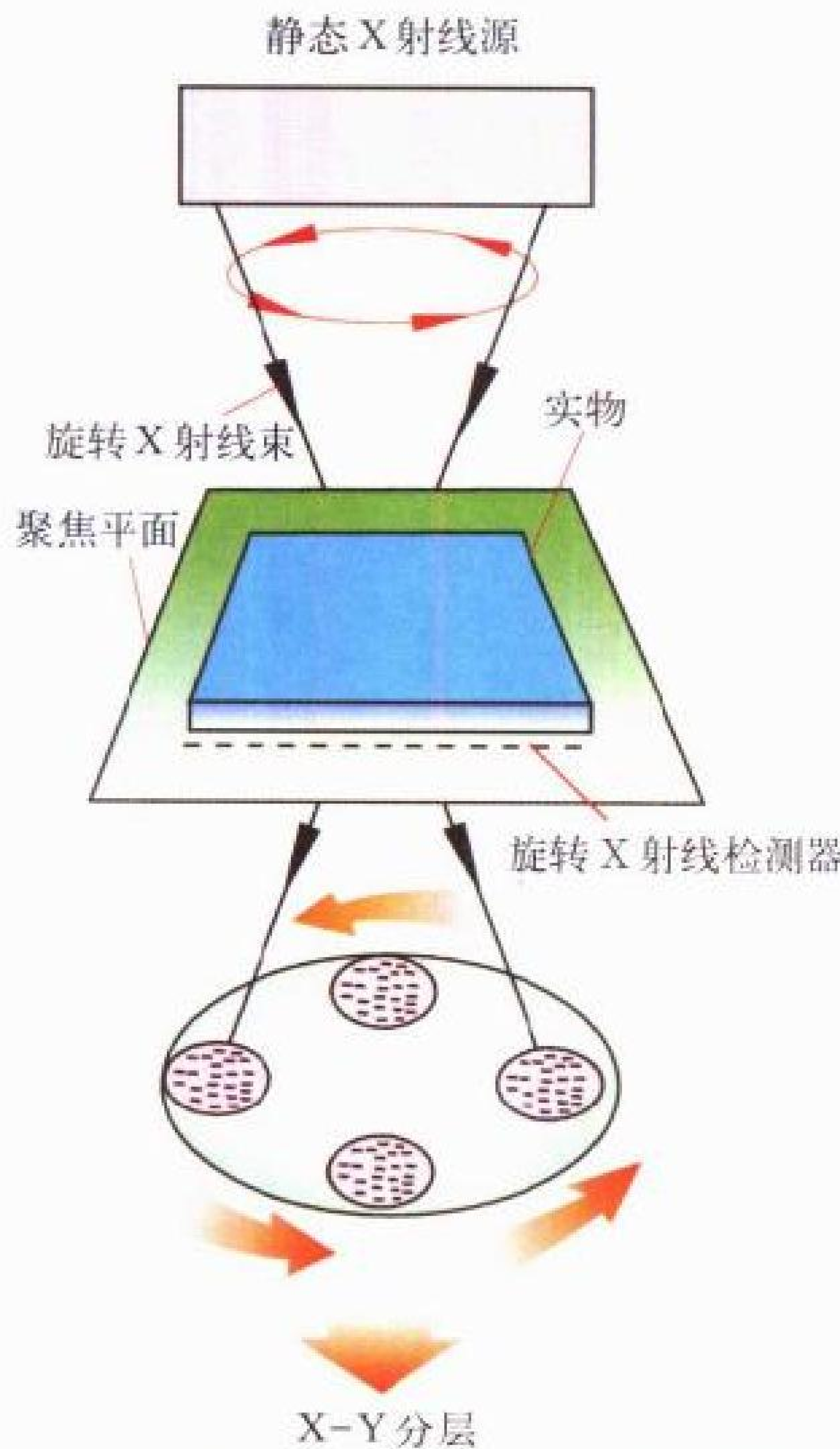


X guang jiguangqi

**X 光激光器** X-ray laser 波长位于电磁波谱的 X 射线波段的激光器。原则上它是利用受激辐射放大原理在 X 射线波段形成的相干辐射，由于现阶段大都处于小信号增益区，因此主要是放大的自发辐射。目前在研制的 X 光激光器的激活介质是泵浦源驱动产生的等离子体，泵浦源可以是高功率激光器、放电装置如纵向 Z 箍缩装置和毛细管放电以及其他装置。目前实验室 X 光激光研究主要采用高功率激光泵浦产生高温度与高密度等离子体。X 光激光器可以用于线宽为纳米级的微细加工和需要极高的时间和空间分辨率的微观超快过程研究领域，例如生物细胞和亚细胞结构的 X 射线闪光成像、激光等离子体特别是激光核聚变等离子体密度构形诊断、原子内壳层电子的光电离和多光子电离/激发、材料科学和化学中的表面物理和化学、原子团簇的电子和几何结构等。 （撰写：刘兴新 审订：梅遂生）

X shexian handian fenceng jiance

**X 射线焊点分层检测** X-ray laminography for inspection of solder joints 一种采用扫描束 X 射线分层照相技术对焊点质量和焊接缺陷进行非接触式检测的方法和设备。X 射线分层照相检测技术的基本原理为：以旋转的 X 射线束通过被测实物，由旋转 X 射线检测器获取被检测物的特征图像。控制旋转 X 射线束与自转垂直轴的夹角可调节视域的范围和广度。调整聚焦平面的位置可改变被检测物检测层面（分层），并可获得各分层图像重建被测物三维形体图像，如图所示。普通 X 射线影像分析只能提供对象的二维图像信息，对于遮蔽部分难以进行分析，而扫描 X 射线焊点分层检测技术能获得三维影像信息且可消除遮蔽阴影。与计算机图像处理技术相结合能对印制电路板内层和表面组装组件上的焊点进行高分辨率的检测。通过焊点的三维尺寸影像可以测出焊点的三维尺寸、焊锡量和准确客观地确定焊接缺陷。这种检测技术可对元器件底部不可视焊点进行检测，特别适用于带有栅格阵列引脚器件的表面组装组件的焊点质量控制和焊点质量评估，是表面组装组件焊点质量的重要检测技术。



3DX 射线分层照相焊点检测原理图

（撰写：周德俭 审订：周志春 李怀霞）

xiqiji

**吸气剂** getter 在真空电子器件中，能把管内气体大量吸附到其表面或内部的某种材料，曾用名消气剂。吸气剂在真空电子器件中，起着非常重要的作用。在排气、老炼过程中，吸收器件内残余气体和零件释放的气体；在器件储存和工作期间，维持一定的真空度。常用的吸气剂有蒸散型、非蒸散型和复合型三类：(1) 蒸散型吸气剂是靠吸气材料在蒸散和沉积成膜后发挥吸气作用的，常用的钡吸气剂有：钡铝、钡镁吸气剂；钡钛、钡钍吸气剂等。(2) 非蒸散型吸气剂是靠激活处理和体效应来吸收气体的。常用的有锆铝、锆石墨、锆钒铁吸气剂等。(3) 复合型吸气剂是前两者的结合。 （撰写：高陇桥 审订：沈能珏）

xibuzhen zonghe maichong kongjing leida

**稀布阵综合脉冲孔径雷达** sparse array synthetic impulse and aperture radar 一种采用正交编码全向发射，接收用匹配滤波处理获得发射和接收天线阵方向图的雷达。采用大孔径天线阵列稀疏布阵，各发射阵元为全向天线，辐射一组相互正交的宽脉冲信号，在空间形成无方向性的均匀照射；各接收单元也是全向天线，各路接收通道对不同方向、距离的回波信号进行匹配滤波处理，使各发射单元的回波信号同相叠加，等效获得发射阵的方向图，经匹配滤波处理后同时可得到窄脉冲，再采用数字波束形成的方法获得接收阵的方向图。这是一种发射和接收阵均为计算波束形成的雷达，具有低截获概率（LPI）特性。应用于米波段，具有米波雷达在反隐身和抗反辐射导弹方面的优势，可利用大孔径获得与微波雷达相当的角分辨率，并可采用自适应波束形成提高抗有源干扰的能力，这种雷达因采用长时间相干积累而具有精细的速度分辨能力，因而是一种四坐标（距离、方位、仰角和速度）新型米波雷达。 （撰写：吴剑旗 审订：阮信畅）

xitong buhuo

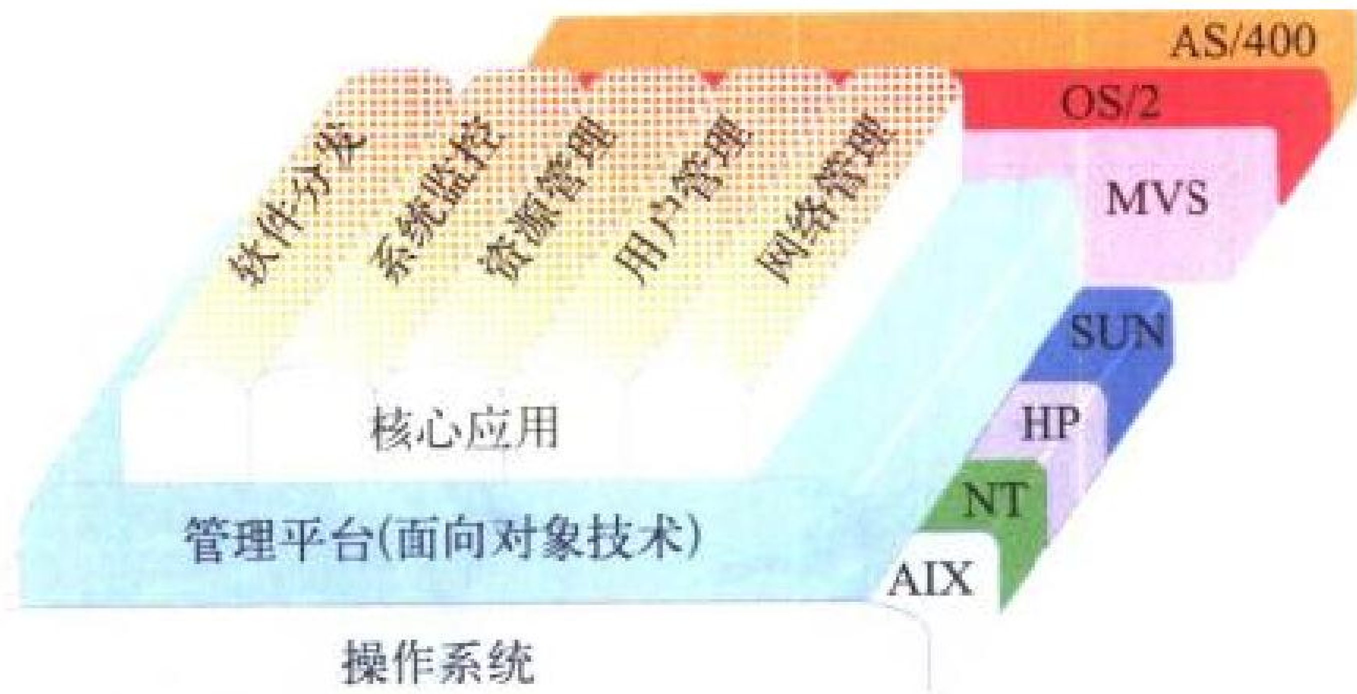
**系统捕获** system acquisition 建立系统内各设备间正常工作链路的全过程。测控系统为完成对航天器的跟踪、测量、控制和信息传输的任务，必须建立测控系统地面站和航天器应答机间的持续的双向协同工作链路。系统捕获是系统正常工作的基础，不同体制的测控系统有不同的捕获程序。一般包括以下工作程序：(1) 地面站角引导；(2) 地面站接收捕获应答机信标频率；(3) 地面站天线建立跟踪，完成角度捕获；(4) 进行双向（上行、下行）载波频率捕获，完成速度跟踪；(5) 进行测距信号捕获，完成距离跟踪；(6) 系统重捕（系统捕获错误或跟踪丢失时需进行重捕）；(7) 系统捕获完成，建立正常测控业务。系统捕获的重要指标是捕获概率和捕获时间。 （撰写：孙鉴 审订：钱丸敏 曾晏中）

xitong celiang wucha

**系统测量误差** systematic measurement error 测量系统的测量值与真值之差。在系统测量过程中，由于测量设备本身、时统设备及电波传播介质等方面都会引起各种误差，使系统各种测量元素值偏离实际值，产生系统测量误差。按测量元素分，测量误差分测距误差、测距离变化率(测速)误差、测角误差。按误差性质分，测量误差有粗差(野值)、系统误差和随机误差。粗差是指工作失常所造成的测量中的坏数据；系统误差是条件变化时按一定规律变化的误差，如电波折射误差、设备电路延迟误差及电波传播的不同路径引起的时间误差等；随机误差是测量中不可预计的、绝对值和符号变化没有确定规律的误差，如接收机内部噪声、天电干扰、对流层随机起伏、多径效应和量化误差等。系统的距离、距离变化率和角度测量误差在估算各误差分量后，再进行误差综合求得。 (撰写：巨向斌 审订：干基磊)

xitong guanli

**系统管理** system management 对分布式网络上计算机系统的软件硬件设备的性能和运行状况进行统一的、集中式管理的一种软件系统。系统管理的结构如图所示。系统管理的主要内容是：(1)网络层，除了对网络的日常维护和操作外，还要负责安装和维护网络硬件，安装网络软件，对网络上计算机设备、用户和组用户命名，对网络上的共享资源进行管理，检查所需的特殊文件是否正确。(2)操作系统层，包括系统软硬件的设置、系统资源的分配、软件资源的优化、软件资源的保护和日常维护。例如用户管理、资源管理、安全管

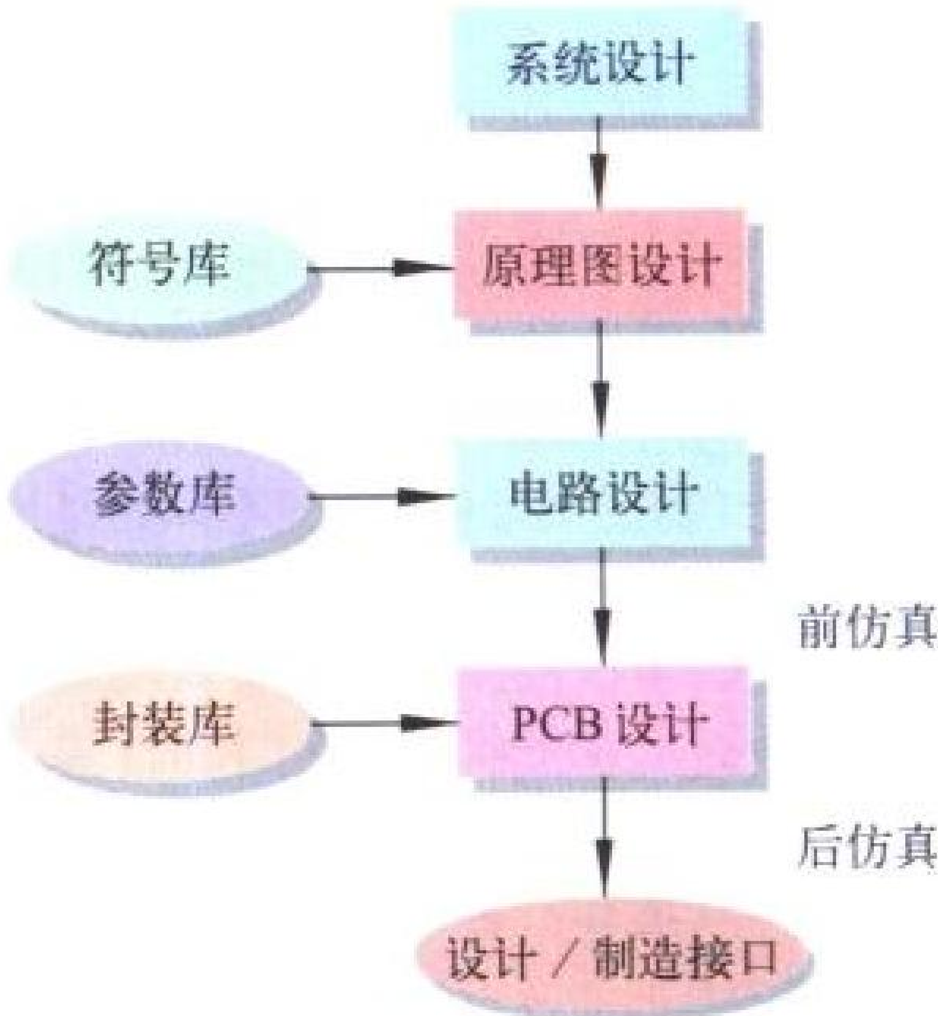



系统管理结构剖面图

理、审计管理、端口服务器的管理和打印服务的管理等。(3)数据库层，它支持对目前流行的通用数据库如 Oracle、Sybase、Informix、DB2、SQL Server 的管理，包括用户管理、安全管理、效能(性能和效率)管理，提高数据库的性能，方便用户的访问。(4)应用层，包括对第三方应用软件的管理，以及诸如软件分发、远程监控、分布式控制等系统应用。随着系统管理功能不断地增强，它将有利于提高系统安全性、可配置性、可维护性、有效性以及系统资源利用率。 (撰写：张晓先 黎俊文 审订：瞿兆荣)

xitong sheji

**系统设计** system design 产品的总体设计过程。如果采用自上而下策略，则它是概念创新比较集中的阶段；如果采用自下而上策略，它将是在现有模块的基础上实现创新集成的阶段；如果是二者的结合，它将是全面创新的重要阶段。从系统设计开始进行产品设计，首先要完成系统行为的描述与仿真，找出如何实现预期的功能、性能两个方面指标的途径，功能主要是电气的输入输出关系指标，性能包括电磁兼容、热分析可靠性、噪声环境模拟等指标。后面的原理图设计、电路设计和 PCB 设计将是它的具体化，因此系统设计阶段也要按照并行设计的思路规划出从系统到电路的设计、制造、测试和维修过程，实现面向制造、测试、可靠性、维修使用的设计，包括任务分解、指标分配、模拟和分析项目内容等。电子系统设计的流程如图所示。




电子系统设计流程图

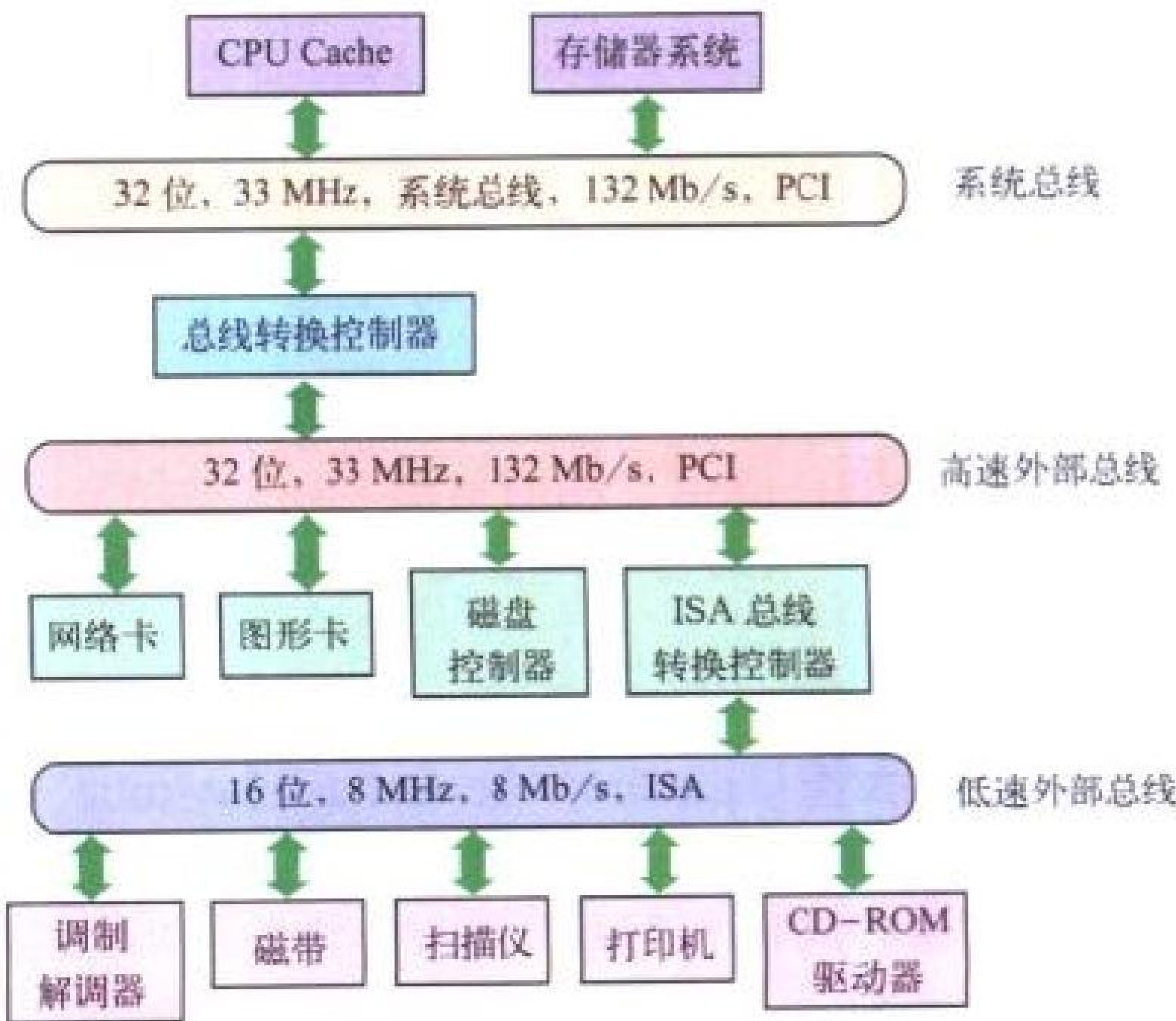
(撰写：李玉山 审订：周志春 李怀霞)

xitong tixi jiegou shitu

**系统体系结构视图** systems architecture view C⁴ISR 系统体系结构的视图之一，即提供或支援作战功能的系统及其互联的描述(通常是图形)。它说明 C⁴ISR 系统内含的多个系统如何互联和互操作，以及其中特定系统的内部结构和运行方式。系统体系结构视图论述从传感器、通信、信息处理到武器系统的全域系统，描述物理系统、平台、节点、通信线路等关键要素及如何实现信息交换、完成作战任务等。在许多情况下，系统体系结构视图需要把作战体系结构视图中描述的信息交换降到低层次，以便把节点到节点的交换转变成系统到系统的传递、通信能力要求、安全防护需求等。 (撰写：施振明 审订：彭永录)

xitong zongxian

**系统总线** system bus 计算机系统中用来连接系统核心成分(模块)的总线。系统总线又称内(部)总线，与其相对的有外总线(或称外部总线)，用于连接系统的外围设备。总线的




系统总线的位置

内外称谓是由总线的所在位置决定的，如图所示。常用的系统总线有：ISA、EISA、MCA、VME、Multibus、Futurebus、PCI 以及 STD、STE 和 PCMCIA 等。总线的最主要性能指标是总线数据宽度和带宽。例如最常用的 PCI 总线有 32 位和 64 位两种，后者带宽为 264 Mb/s。

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

xiaxing lianlu

**下行链路**　downlink　又称下行线路。航天器至地面站的测控、通信线路。用于传送航天器到地面站的无线电测控、通信信号。影响下行链路传输质量的因素有：航天器应答机(转发器)有效辐射功率 EIRP 值、地面站品质因素 G/T 值和空间电波传播路径(参见上行链路)。不同的是地面站天线工作俯仰角为 5°～175° 时受到外界噪声的干扰面宽，影响下行链路的传播质量。包括银河系辐射噪声和天电噪声、太阳射电辐射噪声、地面工业干扰(低角工作时)等，将通过天线进入接收机，影响接收机工作。

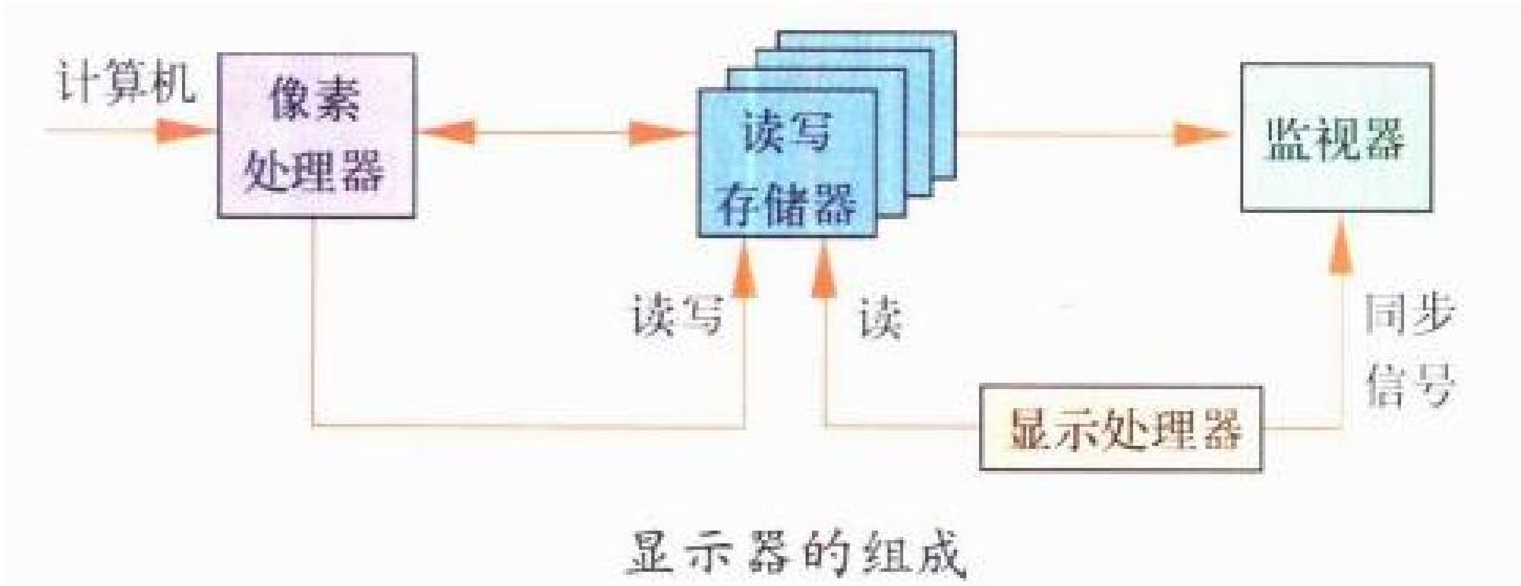
（撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

xianshi jiekou dianlu

**显示接口电路**　display interface circuit　用于连接显示器或图形扫描输入的集成电路。计算机至显示器的接口通常由主机输出视频信号来完成，扫描输入通过 A/D 变换器处理。对于液晶显示(LCD)、等离子显示(PDP)，以及高分辨率和特殊要求的显示器(如有机发光显示)，则需要专门设计专用的接口转换电路。这类集成电路均属超大规模集成电路，部分电路有特殊的工艺要求。（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

xianshiqi

**显示器**　display　由监视器和有关控制电路组成的，用以显示文字、数据、图形、图像的设备。显示器是重要的人机界面设备，它早期用于雷达技术中，在计算机出现后又成为它的重要输出设备。显示器一般可分为单色和彩色两种。单色包括：黑色、白色、绿色、橘红色、琥珀色等。也可以按所使用的显示器件和显示对象种类不同进行分类，又可分为其他许多类型(如平板显示器、等离子体显示器)。一般而言，显示器由监视器和控制器组成，如图所示。控制器由像素处理器、读写存储器和显示处理器组成。显示器的主要发展方向是：平面、薄型、高清晰度。




显示器的组成

（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

xianxiangguan he xianshiguan

**显像管和显示管**　picture tube and display tube　用于再现电视图像的一种真空显示器件称显像管。显像管分黑白显像管和彩色显像管两种，其中仅再现亮度的一种显像管称黑白显像管，既再现亮度又再现色彩的一种显像管称彩色显像管。再现信息图像的真空显示器件称显示管。显像管和显示管结构相同，都可做成单色或彩色。彩色图像的显示基于三基色原理，任何彩色都可以用红绿蓝三种基色配合而产生基本相同的视觉效果，彩色管由产生红绿蓝三种基色的荧光屏和分别激励它们的三电子束组组成，只要控制三电子束各自的分量，三基色荧光粉所产生的光分量不同，就可以形成所需的不同色彩。1972 年，美国 RCA 公司首先研制成精密一字排列三枪三束自会聚荫罩式彩色显像管，其结构延用至今。它由玻壳、荫罩、彩色荧光屏、电子枪和偏转线圈等管外部件组成，图 1 为其剖面图；图 2 分别为电子枪、偏转线圈、荫罩和荧光屏。彩色管玻壳形状与功能和黑白管相同，但彩色管用的高压在 30 kV 左右，会产生 X 射线从玻壳泄漏出来影响观察者。因此，面板玻璃中加 Ce、Sr、Zr 等元素，锥体玻璃加入 Pb 元素，来阻挡 X 射线向外泄漏。为适应人们的观察习惯，面板已从球面屏改为直角平面屏到全平屏。随着高清晰度电视的播送，要求彩管具有高分辨率和如

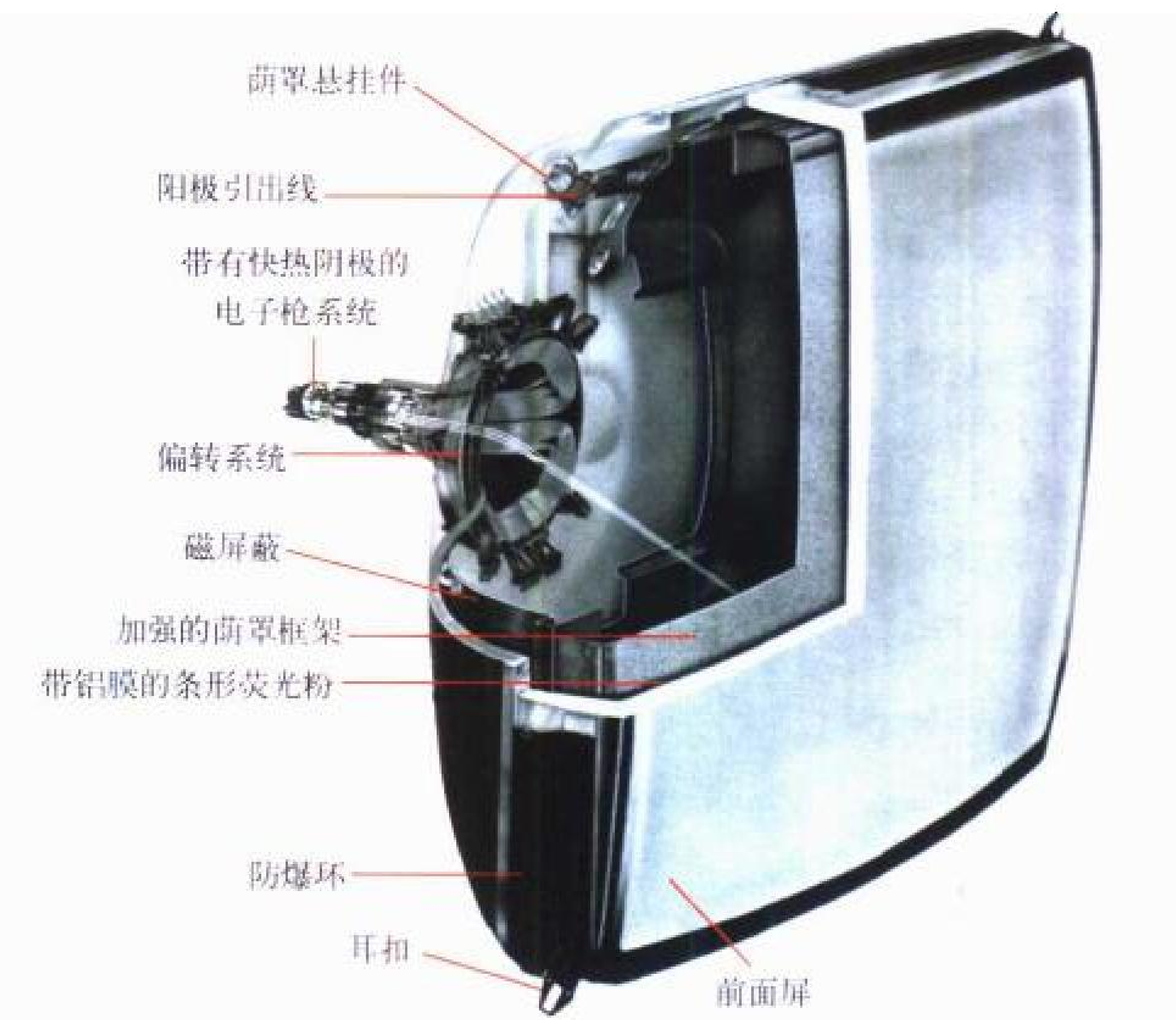



图 1　彩色显像管剖面图



(a) 电子枪　(b) 偏转线圈

(c) 荫罩和荧光屏

图 2　彩色显像管部件

画一样的无闪烁高质量图像，为适应人眼视觉特性，矩形屏宽高比从 3：4 转为 9：16。彩色显像管主要用于家用电视中，显示管主要用于计算机终端、监视器、工作站及检测设备、分析仪、医疗仪器和过程控制等工业设备中。现在平板显示的呼声很高，计算机已采用LCD，PDP 发展也很快，但性能／价格比目前仍以显像管和显示管最佳。

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

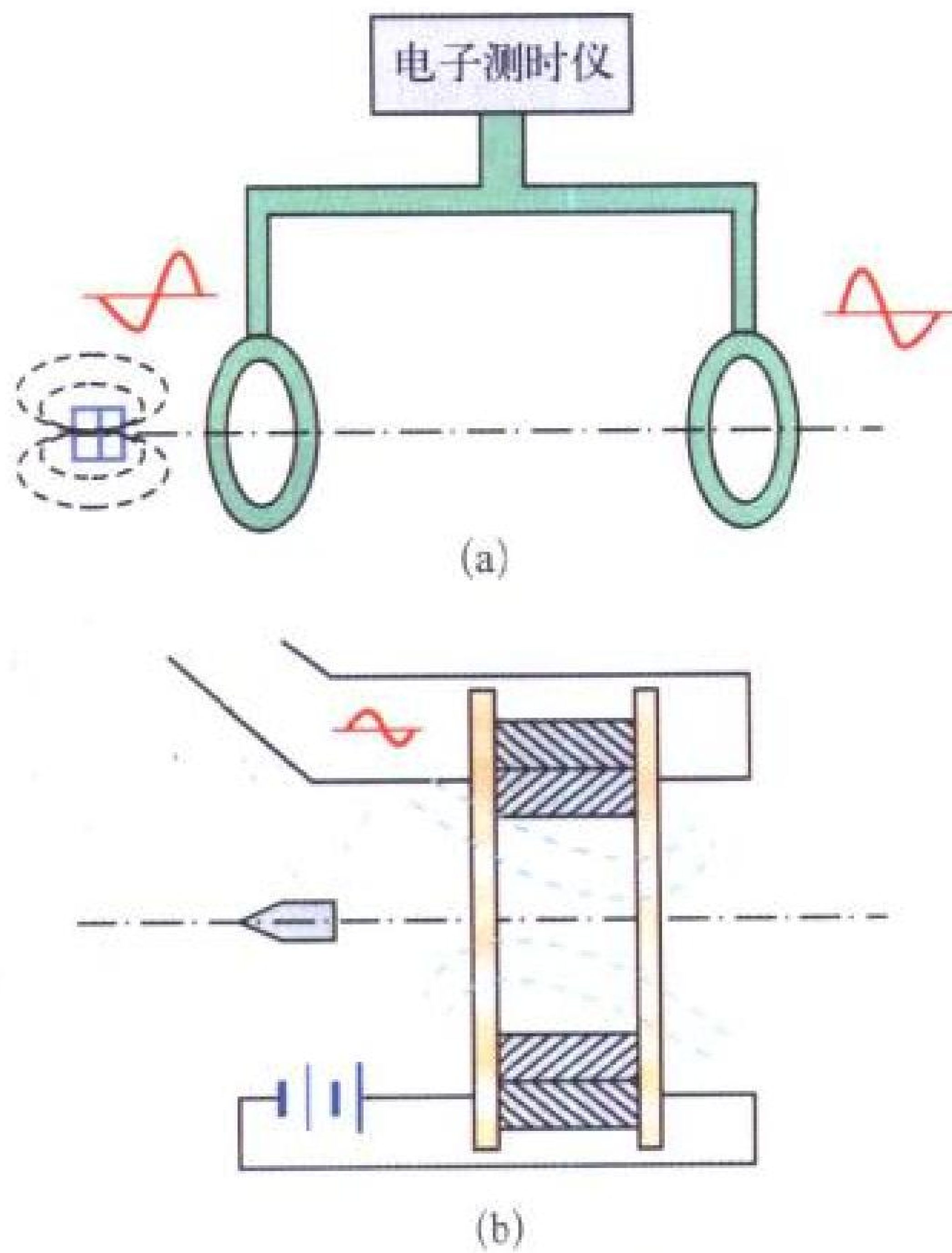
xianchang kebiancheng menzhenlie

**现场可编程门阵列**　field programmable gate array (FPGA)　用户可以运用设计软件在工作现场进行编程实现特定功能集成电路的门阵列。它把现场可编程的设计灵活性和门阵列的高集成度优点结合在一起，受到了电路和系统设计者的高度重视和厚爱。它包含有可编程的逻辑块、I/O 块、互联资源及存放重构逻辑程序的存储器。用户用自动布线工具把制成的电路图变成布局布线信息，通常把数据存入 EPROM 器件，操作时把该数据取出并保持在存储器里，再由其输出去控制指定的逻辑单元，从而完成确定的逻辑功能。整个设计开发过程均由用户自主控制，具有极大的灵活性，设计自动化程度高。FPGA 一般采用标准的 CMOS 工艺制作。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

xianquanba cesuyi

**线圈靶测速仪**　solenoid coil target velocity measure instrument　利用电磁感应原理测量火炮弹丸初速的技术设施。分为感应线圈靶和励磁线圈靶两种。感应线圈靶是在绝缘材料制成的骨架上绕以多层绝缘导线构成的线圈。当沿纵轴磁化了的弹丸通过线圈时，在线圈上产生正负变化的感应电动势，这个信号（经放大整形）成为区截脉冲，见图 (a)，测量两




线圈靶测速仪原理图

个线圈产生脉冲的时间间隔，解算出弹丸初速。感应线圈靶通常用于磁化能力较强的大口径火炮的初速测量；励磁线圈靶是在感应线圈的铝制骨架上加绕 1 组励磁线圈构成的。励磁线圈通直流电流后周围产生恒定磁场，弹丸通过线圈时，线圈内的磁通量发生变化，而在感应线圈上出现区截脉冲，见图 (b)，同样利用两个脉冲的时间间隔解算出弹丸初速。鉴于铝骨架有静电屏蔽作用，为防止磁短路损耗，骨架圆环断面上需开一缝隙。励磁线圈靶通常用于磁化能力较弱的小口径武器的初速测量。线圈靶测速仪是非接触型的测速靶，使用方便，但测量精度较低，目前已较少使用。

（撰写：陈旸　审订：孙鉴）

xianxing tiaozhiqi

**线型调制器**　line-type modulator　又称软管调制器。使用气体放电器件（充氢闸流管、火花隙等）和具有类似特性的半导体开关器件（可控硅、反向击穿四层二极管等）作为脉冲放电开关的脉冲调制器。由于这类开关导通后不能自控阻断而只能用脉冲形成网络（人工线）在单个脉宽内完全放电故称线型调制器。软性开关的正向阻断电压较低，所以要加用一个供升压和阻抗匹配用的脉冲变压器。充电电感、脉冲形成网络和脉冲变压器常被认作线型调制器的三大元件。相对刚管调制器而言，线型调制器输出脉冲功率大、效率高、触发器简单、体积小、重量轻，但是脉冲宽度固定、不易变化，而且波形较差。它对负载阻抗的适应性差（脉冲形成网络的特征阻抗要与负载阻抗接近匹配）。受充电电路限制，大工作比下工作困难。当脉冲放电开关功率容量受限制时，特别是固态开关，可以通过串联、串并联或利用多个模块化线型调制器组合等方式提高输出功率，这时，各脉冲放电开关的同步触发是很重要的。（撰写：高以鸿　审订：许鸿烈）

xianxing fuzadu

**线性复杂度**　linear complexity　对应一个给定的二进制数字序列，构作一个能产生它的最短线性反馈移位寄存器，这个移位寄存器的级数就称为这个二进制数字序列的线性复杂度。在序列密码中，密码输出序列的线性复杂度是一种非常重要的表征性质。这是因为存在一种多项式时间算法——Berlekamp-Massey 的线性反馈移位寄存器综合算法，这种算法形成的线性等价攻击，对一些滚动密钥产生器来说，是一种有威胁的攻击手段。因此，应尽量增大密码序列的线性复杂度。对于具有大周期的密码序列，可以采用“局部线性复杂性检测”方法来评估其线性复杂度。令$a^n=a_0, a_1, \cdots, a_{n-1}$表示$n$个独立的且均匀分布的二进制随机变量序列。上述$a^n$序列的线性复杂度$\wedge(a^n)$近似服从正态分布$N(\mu, \sigma^2)$，即当$n\to\infty$时，$\wedge(a^n)$的极限分布是正态分布$N(\mu, \sigma^2)$，其中的期望值$\mu$和方差$\sigma^2$分别为

$$\mu=E[\wedge(a^n)]\approx\frac{n}{2}+\frac{4+(n \bmod 2)}{18}=\mu_0$$

$$\sigma^2=V[\wedge(a^n)]\approx\frac{86}{81}=\sigma_0^2$$

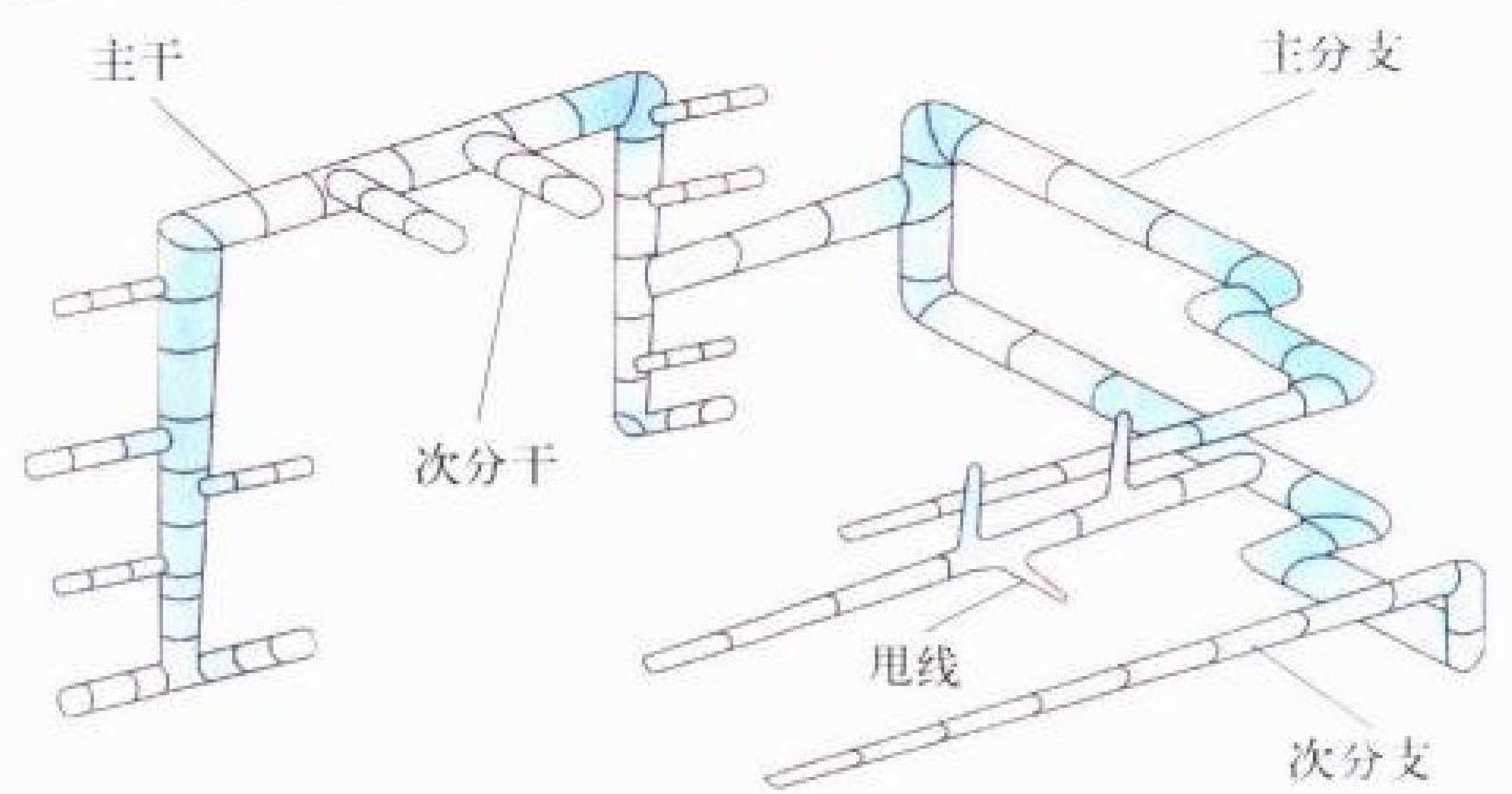
这就是基于线性复杂度期望值的局部线性复杂性检验。

（撰写：朱甫臣　审订：黄月江）

xianzha gongyi

**线扎工艺**　process of wire binding　多根走向相同的导线绑扎成束的设计方法和绑扎方法（见图）。线扎工艺使线扎坚固、外型美观、无电磁干扰，便于装配、维修。绑扎方法包括：(1) 样板布线法，将工艺施工图按 1：1 的比例绘制样板，并在样板上直接布线的过程，适用于电子或机电一体化设备的大批量生产；(2) 按图续绑法，按照工艺规定的扎线方向、续线、甩线顺序，按图样扎线的过程，适用于电子或机电一体化设备的小批量生产；(3) 机上绑线法，导线连接一端或两端后，在机器上进行线束的绑扎过程，适用于电子或机

电一体化设备的研制。线扎的形体分为主干、主分支、次分支及甩线分支。




线扎图形示意图

（撰写：冯爱青　审订：周德俭　张为民）

xianmen

**陷门**　trapdoor　一种人为的秘密设定，利用这个秘密设定，使原来容易的计算或操作变得复杂，或使原来难的计算或操作变得简单。例如，作为最早公钥密码算法基础的背包问题有两类，一类是易计算的，其背包序列具有超递增的性质，即每一项都大于前面所有项之和，这类背包称为超递增背包。另一类，为使背包问题可用作公钥密码，先选择一个超递增背包，然后对超递增序列作整数模乘法，模数大于所有项之和，乘数与各项都互素，得到一个一般的背包序列，将此序列作为公钥，原超递增序列作为私钥，而秘密保存模数和乘数作为陷门。又如，信息设备的制造商可在设备中设置特定的秘密指令，使得某些了解这些秘密指令的人可通过非正常途径进入系统，达到其不可告人的目的，这种秘密指令也是一种陷门。（撰写：龚奇敏　审订：黄月江）

xiangcan leida

**相参雷达**　coherent radar　又称相干雷达。采用使全部有关信号的相位都按已知关系相联系的技术，以正确地反映出目标运动与回波相位之间呈现规律性变化的雷达。相参技术广泛用于：对回波信号相参积累、动目标显示，以及测量目标的径向速度等。相参脉冲雷达有两种主要类型：全相参雷达和部分相参雷达。全相参雷达中，全系统的信号源，由频率稳定度高的石英晶体振荡器作为基础产生。晶振信号经过倍频、分频分别产生稳定本振（stalo）和相参信号源（COHO）的连续波信号，二者再混频产生连续波的发射频率源。经脉冲调制后，放大成高功率发射脉冲信号。所有信号出自同源，保证了全部信号的相位间具有高稳定性、有规律的联系，是相参雷达的最佳组成形式。使用脉冲振荡式发射机的雷达，发射信号和本振等信号间的相位关系是随机的。常用的补救方法是：用发射信号和本振混频后较低频率的脉冲，对相同频率的相参振荡器输出连续波锁相（常称为主脉冲定相），使其带有发射信号的随机相位。雷达接收的带有发射信号随机相位的目标回波，在接收机中频率变换至相参振荡器信号频率，并与后者在相位检波器鉴相，即消除了发射信号的随机相位，最终实现全部信号相位间有规律的联系，此类型的相参雷达称为部分相参雷达。由于其全机信号的频率稳定度比全相参雷达差，一般只用于动目标显示雷达。连续波相参雷达，则常专用于只测量目标的速度，如公路上的车速监视报警雷达等。（撰写：黄为倬　审订：王福如）

xiangcan zhuanfa yingdaji

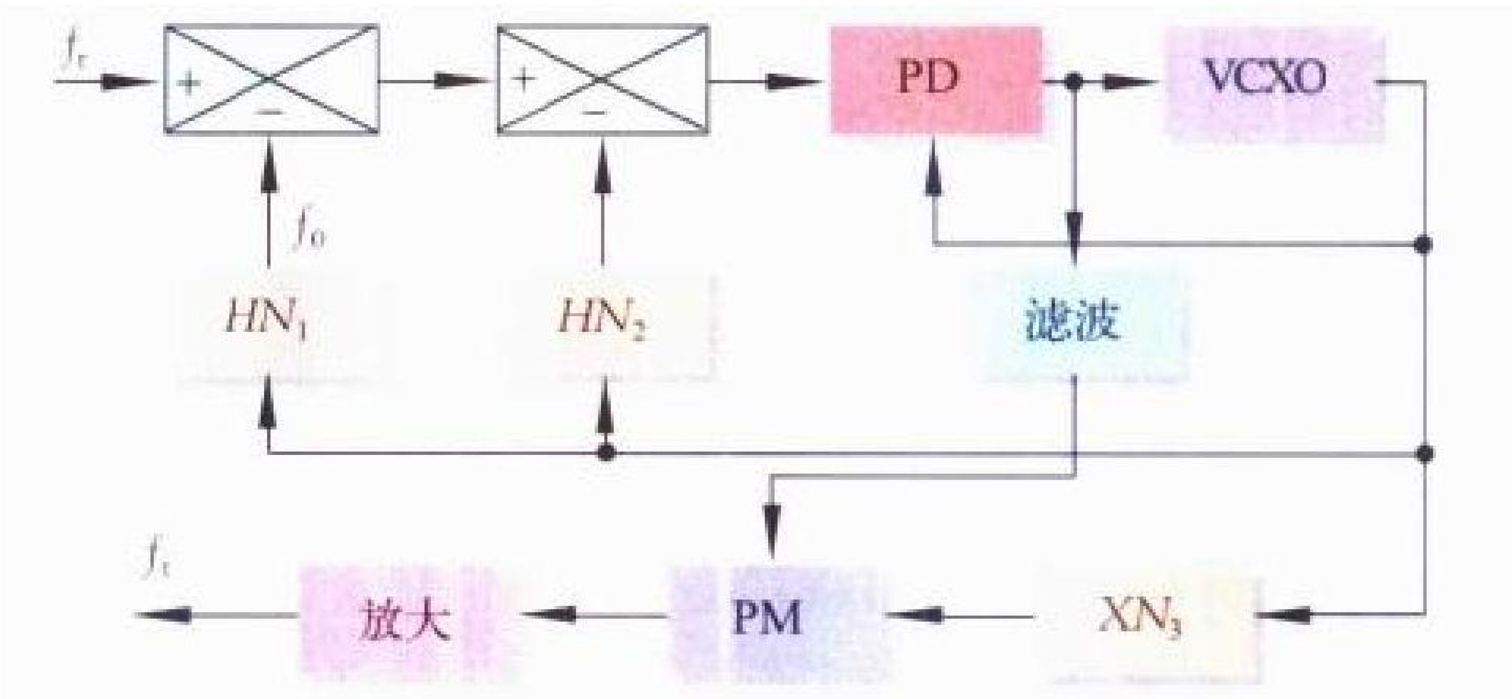
**相参转发应答机**　coherent transponder　转发与接收信号的相位相干，相位增量成固定比例的应答机。转发载波的相位增量 $\Delta\phi_t$ 与接收载波的相位增量 $\Delta\phi_r$ 的关系为

$$\Delta\phi_t = \rho\Delta\phi_r$$

式中 $\rho$ 为转发比，为一正的常数，可用分数表示。相参转发应答机利用锁相环跟踪载波相位，对调制信号的转发有中频转发和解调再调制转发两种方式。一种解调再调制转发的相参应答机的原理见图，图中，PD 为鉴相器，PM 为调相器，VCXO 为压控晶体振荡器。当环路锁定时

$$f_t / f_r = N_3 / (N_1 + N_2 + 1) = \rho$$

式中 $f_r$、$f_t$ 分别为接收载频和转发载频；$N_1$、$N_2$、$N_3$ 为倍频器的倍频次数。接收载波的相位用微波锁相大环进行跟踪，调制信号在中频环解调，经滤波处理后调制至转发载波上。

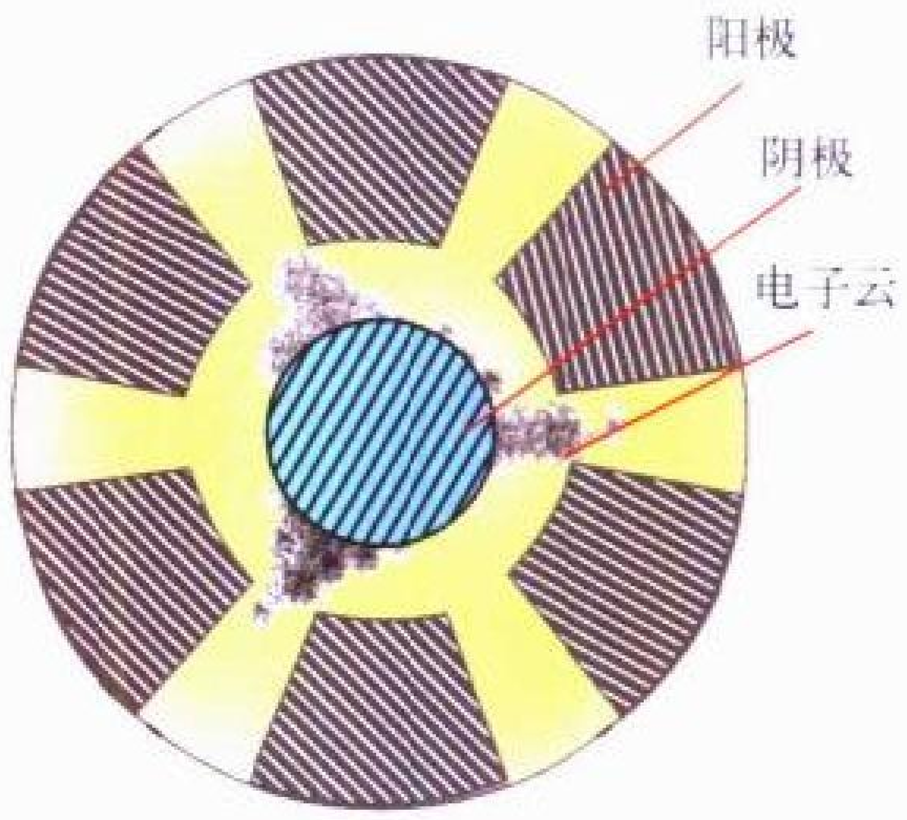



相参转发应答机原理框图

（撰写：张锁熊　审订：于基磊）

xiangduilun cikongguan

**相对论磁控管**　relativistic magnetron (RM)　利用相对论电子注工作的磁控管。它是普通磁控管向高压大电流方向的延伸，通常利用电压为数百千伏至数兆伏、电流为数千安至数十千安的电脉冲产生数百兆瓦至数十千兆瓦的高功率微波辐射。与普通磁控管类似，相对论磁控管由在轴向磁场中同轴放置的圆柱形阴极和由谐振腔链构成的阳极组成，如图所示。当阴、阳极间加上高电压后，阴极在强电场的作用下产生场致发射与爆炸发射，由阴极发射出来的电子在轴向磁场的作用下形成绕阴极旋转的电子云，当电子的旋转速度与谐振腔链的某次空间谐波同步时就产生群聚与换能，电子把能量交给高频场，激励起高功率微波振荡。相对论磁控管目前主要工作在 X、S、L 波段，用于实验研究与高功率微波发射机中。其进一步发展方向是高功率、高效率、频率可调与永磁包装。




相对论磁控管示意图

（撰写：李家胤　审订：廖复疆）

xiangduilun fanboguan

**相对论返波管**　relativistic backward-wave oscillator　利用

慢波结构上的返波与相对论电子注相互作用产生高功率微波振荡的器件。在相对论返波管中，高频系统为金属波纹慢波结构，外加高压脉冲在电子枪中产生相对论电子注，相对论电子注由外加轴向磁场或填充背景等离子体来引导，注中空间电荷波同慢波结构中的负群速返波同步谐振耦合，导致了电子的群聚并把动能转化为电磁波能。相对论返波管是一种宽频带电子调谐的相对论微波器件，其输出峰值从数十兆瓦直到吉瓦级，效率高达30%。目前已用于高功率微波雷达，在电子对抗及微波武器方面具有很好的应用前景。发展方向是进一步提高功率和效率以及装置的小型化和实用化。

（撰写：杨梓强　审订：廖复疆）

xiangduilun sutiaoguan

**相对论速调管**　relativistic klystron　采用强流相对论电子注作为工作媒质的多腔速调管。它是一类产生高功率微波放大的微波放大器。主要用于强力干扰机、超远程雷达、微波能束武器系统等军事电子装备。管子的原理和结构与常规多腔速调管类似。其个体差异性主要体现在相对论原理引起的变异上。它的核心部分是一由加速器产生的强流相对论电子注，以及沿电子注行进方向配置的高频系统组成。高频系统由一系列漂移管彼此连接起来的柱形或径向线型谐振腔构成，通常有四个或五个谐振腔。谐振腔结构不同于常规多腔速调管采用的重入式谐振腔（亦称凹形谐振腔）。相对论电子注和高频系统的几何参量和电气参量，以及电子注质量（速度零散、轨迹特性等）直接决定管子的输出功率、互作用效率等高频电气参量。可以采用多级降压收集极来提高总效率，也可以采用参差调谐高频系统以展宽管子的瞬时带宽。

（撰写：莫元龙　审订：廖复疆）

xiangduilun xingboguan

**相对论行波管**　relativistic travelling wave tube　采用强流相对论电子注作为工作媒质的行波管。它是一类实现高功率微波放大的放大器，其瞬时带宽通常情况下都优于相对论速调管。主要用于强力干扰机、超远程雷达、微波能束武器系统等军事电子装备。它的原理和结构均类似于常规行波管，其个体差异性主要体现在相对论原理引起的变异上。它的核心部分由一加速器产生的强流相对论电子注以及沿电子注行进方向配置的慢波系统组成。慢波系统通常由柱形折皱波导、柱形螺旋折皱波导、螺旋带、环杆（圈）结构、脊加载环板结构等形式的波导系统组成。当相对论电子注上由调制产生的相对论慢空间电荷波的相速略小于慢波系统内传播的慢电磁导波的相速时，即电子注与电磁波满足“同步”条件时，管子将产生正增益而成为放大器。相对论电子注和慢波系统的几何参量与电气参量以及相对论电子注的质量（速度零散、电子轨迹特性等）直接决定其输出功率、互作用效率、瞬时带宽、增益波动等高频电气参量。可以采用速度再同步技术（通常采用相速跳变或渐变技术）来提高互作用效率，用等离子体填充的办法也能实现这一目的。可以采用多级降压收集极，回收电子注部分剩余能量，实现电子“软着陆”以提高管子总效率。（撰写：莫元龙　审订：廖复疆）

xiangganguang tongxin

**相干光通信**　optical coherent communication　利用二束光即信号光 $P_S$（光功率）和本振光 $P_L$（光功率）在满足一定的空间相干条件下，产生空间相干合成场而实现的通信。其合成场的振幅是由本振光（频率为 $\nu_L$）、信号光（频率为 $\nu_S$）及二束光在空间相干合成频率为 $(\nu_L-\nu_S)$ 的差频合成的。由于光探测器不能直接响应于光频 $(\nu_L,\ \nu_S)$ 信号光与本振光，只能作为直流输出，而频率为 $(\nu_L-\nu_S)$ 的差频合成场通常又称为光外差中频（一般选择为数十兆赫兹），光探测器可以响应，并作信号输出。根据光子计数原理及功率谱分析，可以计算出空间相干合成场经过光探测器输出的中频 $(\omega_{if}=\nu_L-\nu_S)$ 光电流信号 $I_{if}$，可表示为

$$I_{if}=K\sqrt{P_SP_L}\cos[\omega_{if}t-\theta_{S(t)}-\theta_{L(t)}]$$

式中 $K$ 为与光探测器性能有关的参数；$\sqrt{P_S}$、$\omega_{if}$、$\theta_{L(t)}$、$\theta_{S(t)}$ 表示合成中频场的振幅、频率、相位的因子。通常系统信号光 $P_S$ 在 μW、nW 量级，而本振光可达到 mW 量级，这样利用本振光的强度可以使相干光通信灵敏度提高至少 2～3 个量级，并可真正达到量子限的探测。此外，相干光通信还可以保留信号光的幅度、频率及相位中的信息，也即采用激光调幅、调频、调相的通信系统只能采用相干光探测才能提取相应的信息。要实现相干光通信必须要求信号光与本振光为相干光源，并满足二场的空间调准与匹配条件，同时两束光频率要相对稳定。可以计算出，若两束光在空间未很好匹配时，其临界失配角

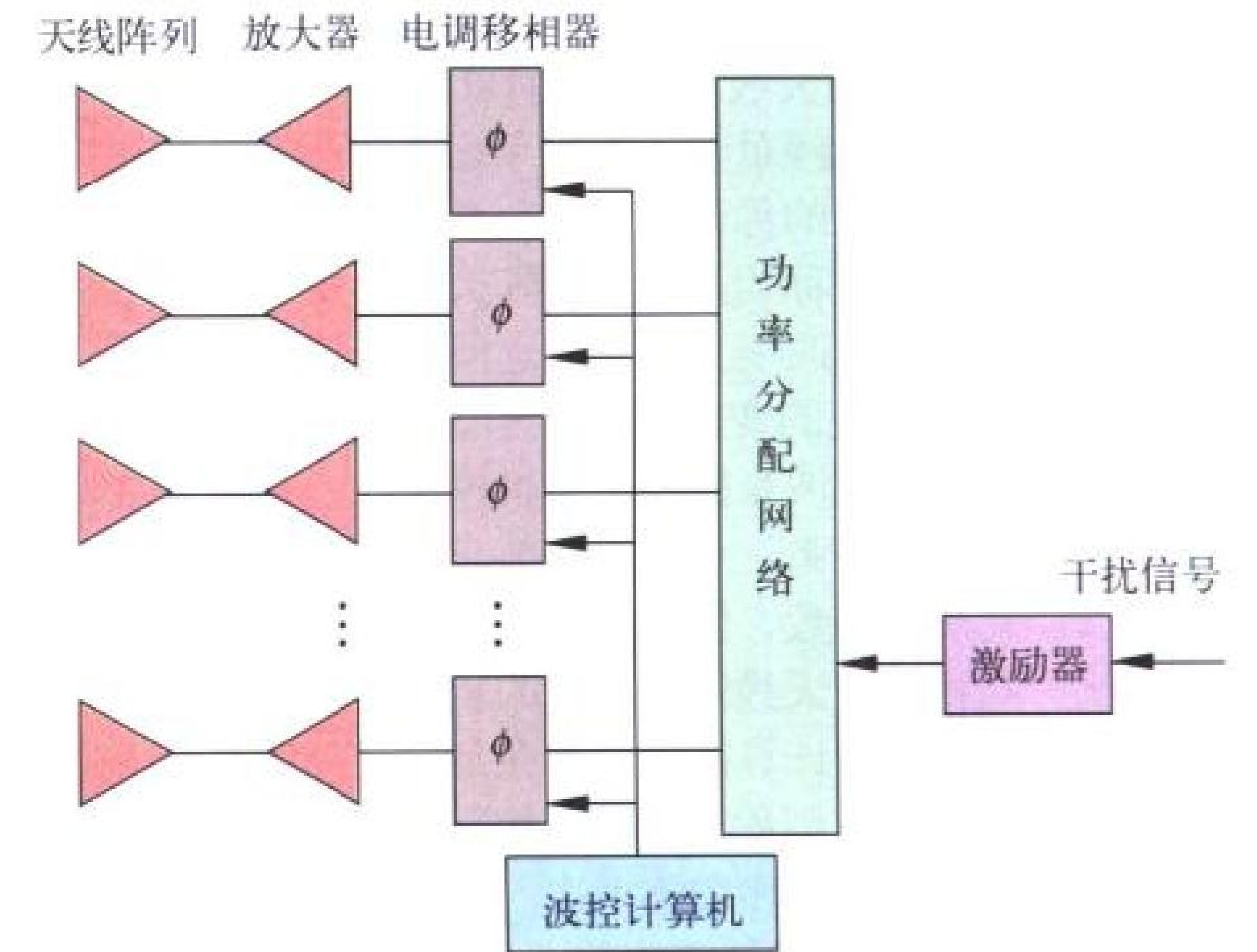
$$\theta_0\leqslant\frac{\lambda}{4d}$$

式中 $\lambda$、$d$ 分别为激光波长与探测器直径，即波长越长，探测器面积越小，越容易实现空间相干光通信。此外，本振光的选取不能过大，否则会引入不必要的噪声，相干光通信是以其系统技术的复杂性换取了量子限高灵敏的系统性能。

（撰写：胡渝　审订：李振邦）

xiangkongzhen ganraoji

**相控阵干扰机**　phased array jammer　采用多辐射源相干馈电和天线阵列，用移相器控制各辐射源的相位，实现波束扫描和空间功率合成的干扰设备。相控阵干扰机可满足作战平台自卫干扰和专用平台支援干扰等各种电子对抗作战需求。如图所示，相控阵干扰机由干扰源、激励器、功率分配网




相控阵干扰机原理示意图

络、电调移相器、功率放大器、天线阵列和波控计算机等组成。相控阵干扰机能在倍频程以上的宽频带范围产生高有效辐射功率（ERP），其有效辐射功率与阵元数量的平方成正比。由于采用相控阵天线，可以实现瞬时波束形状、指向控

制和瞬时极化控制。相控阵干扰机的另一个特点是具有“故障弱化”能力，因此少量阵元失效只会使干扰机有效辐射功率稍微下降，而不会导致整个系统崩溃。相控阵干扰机是干扰机发展的一个方向，应用将会越来越广泛。对其总体要求是更宽的频带、更大的功率、更小的体积、重量更轻和更低的成本。技术上的研究重点是：提高相控阵功率器件的发射功率和效率；开发新型高效率、宽频带、小型、全极化天线阵列；进一步提高集成度。（撰写：龚 渝　审订：顾耀平）

xiangkongzhen jishu

**相控阵技术** phased array technology　有关相控阵列天线的理论分析、实现方法和控制使用的技术。相控阵列天线是天线口径照射函数中的相位因子可进行电子控制的阵列天线。如果在每个天线单元上都设置一个移相器，在计算机控制下，可快速改变每个天线单元通道中信号的相位，则此阵列天线称为相控阵列天线。相控阵理论是相控阵技术的基础，主要研究相控阵列天线辐射方向图的综合和馈电网络的实现方法。相控阵技术还包括相控阵天线各个单元通道之间的幅度、相位误差的监测与修调技术和相控阵天线的近场测试技术。它们是获得高性能相控阵天线特别是低副瓣相控阵天线必不可少的技术。由高功率固态功率器件及单片微波集成电路(MMIC)组成的T/R组件的出现，使相控阵天线变为有源相控阵天线(APAA)，并成为相控阵技术发展的一个重要方向。随着超大规模数字/模拟集成电路的高速发展，出现了数字波束形成(DBF)技术，使相控阵天线理论与信号处理技术相结合，极大地丰富了相控阵技术的研究内容。高性能直接频率综合(DDS)器已开始应用于数字式发射/接收组件，可取代复杂的馈线分配/相加网络和有源相控阵天线阵中发射/接收组件里的移相器与衰减器。光纤与光电子技术也开始应用于相控阵天线，成为相控阵技术发展的一个新内容(参见相控阵雷达、有源相控阵技术、有源相控阵雷达)。

（撰写：张光义　审订：王德纯）

xiangkongzhen leida

**相控阵雷达** phased array radar　采用相控阵天线的雷达，它是一种电扫描雷达。相控阵天线由多个在平面或任意曲面上按一定规律布置的天线单元(辐射单元)和信号功率分配/相加网络所组成。天线单元分布在平面上的称为平面相控阵天线，分布在曲面上的称为曲面阵，如果该曲面与雷达安装平台的外形一致，则称为共形相控阵天线。每个天线上都设置一个移相器，用以改变天线单元之间信号的相位关系；天线单元之间信号幅度的变化则通过不等功率分配/相加网络或衰减器来实现。在波束控制计算机控制下，改变天线单元之间的相位和幅度关系，可获得与要求的天线方向图相对应的天线口径复照射函数，快速改变天线波束的指向和天线波束的形状。除相控阵天线外，典型的相控阵雷达，还包括波束控制分系统及主控计算机。如果在每一个天线单元通道中增加有源T/R组件，则称为有源相控阵天线。采用有源相控阵天线的雷达称为有源相控阵雷达。相控阵雷达的主要特点有：(1)天线波束指向可快速变化；(2)天线波束形状在计算机控制下可快速改变；(3)可在空间进行信号功率合成。前两个特点使相控阵雷达具有数据率高、多功能和对多批高速飞行目标进行跟踪的能力。第三个特点使相控阵雷达可增大天线阵面辐射的总的信号功率，对增大雷达作用距离、提高雷达精度有重要作用。相控阵雷达从20世纪60年代开始应用于空间探测雷达。随着相控阵技术的发展，生产成本的降低，80年代以来各种战术相控阵雷达相继出现。目前，具有低/超低副瓣天线性能的相控阵雷达、共形相控阵雷达、数字化程度更高的相控阵雷达等已成为相控阵雷达的重要发展方向(参见相控阵技术、有源相控阵技术、有源相控阵雷达)。

（撰写：张光义　审订：王德纯）

xiangkongzhen tianxian

**相控阵天线** phased array antenna　阵列天线中各单元上电磁能量的相位受专门的移相器控制的天线。绝大多数情况下移相器改变相位由波控装置根据一定的程序来控制。移相器改变相位状态的时间与移相器种类(如半导体移相器和铁氧体移相器)及波束控制方式有关，一般为微秒量级。根据各单元上不同的相位配置可以使阵列天线的波束在一定的范围内指向不同的方向或改变波束的形状。相控阵天线最大的优点是可以在计算机的控制下快速地按需要改变波束的指向和在空间某一位置上的停留时间，而天线本身不需作机械上的运动。这就给雷达的各种功能，如边扫描边高精度跟踪等提供了可能。相控阵天线的缺点是移相器成本高，控制线路较复杂，波束扫描的范围有限(一般小于±60°)，阻抗匹配困难等。在军用雷达中相控阵天线有广泛的应用，先进的多功能雷达多数采用相控阵体制。目前的主要问题是改善单元在频带内和扫描过程中的匹配及降低移相器的成本。

（撰写：方能航　审订：林守远）

xiangwei saomiao leida

**相位扫描雷达** phase scanning radar　用改变阵列天线中各天线单元之间信号的相位关系来实现天线波束在空间进行扫描的雷达。改变阵列天线中各天线单元之间的信号相位通常是用电子方法实现的，因此相位扫描雷达与频率扫描雷达一样，均属于电扫描雷达。由于天线波束可高速扫描，因而相位扫描雷达可快速实现对预定空域的搜索以及跟踪多批高速飞行目标(参见电扫描雷达、相控阵雷达)。

（撰写：张光义　审订：王德纯）

xiangwei yizhi xingboguan

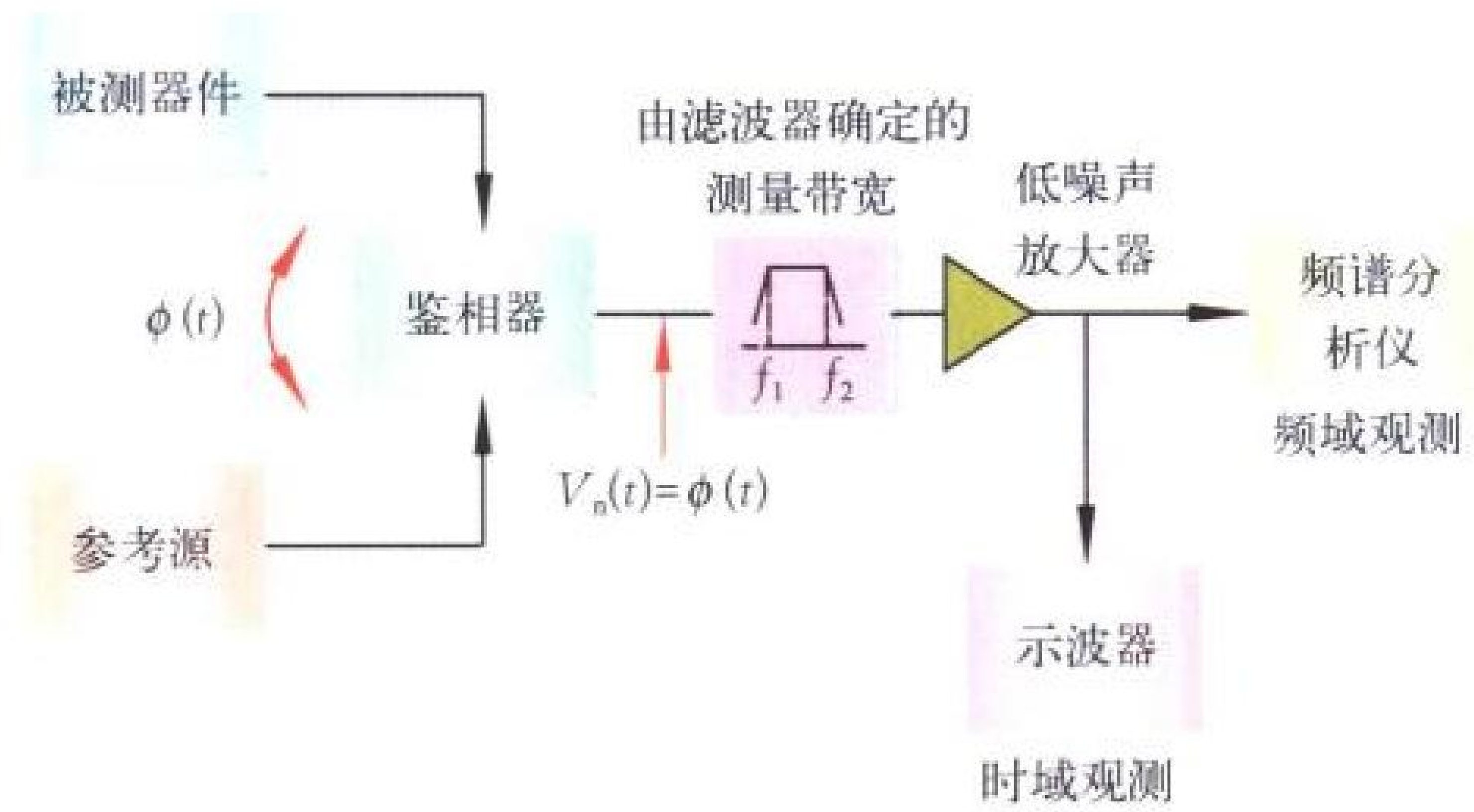
**相位一致行波管** phase trace travelling wave tube　同一型号的各个行波管之间的相移量和增益的差异小于某一规定值的行波管。为满足相控阵雷达和多波束干扰机实现波束扫描的需要，要求相位一致行波管各管间的相位差最多不得大于±20°，最好能小于±10°。相位一致行波管对制造工艺要求很高，要求所有零件尺寸都严格控制在很小的公差范围内，特别是慢波结构的长度、螺距和影响电子枪导流系数的零件的尺寸更要严格控制。对夹持杆材料要严格控制其介电常数，因为夹持杆的介电常数变化将直接影响电磁波在慢波结构上的传播速度，从而改变相移量。要尽可能减小输能部件的反射系数，因为反射造成的相移是不确定的，很容易使行波管的相位发生不应有的变化。同样在使用中还要注意各行波管的供电电压一致。因为不同的电压将直接或间接影响行波管的相移。相位一致行波管除用于相控阵雷达及多波束干扰机外，还可用在其他需要在空间实现功率合成的场合。

（撰写：邬显平　审订：廖复疆）

xiangwei zaosheng celiang

**相位噪声测量** phase noise measurement　相位噪声是一种

正弦波的相位随时间发生随机抖动的度量。相位噪声的测量方法有两种，一种是时域测量，即根据相位噪声表现为相位在时间轴上的抖动进行测量，这种方法用于频率较低的信号。对高频信号常采用频域测量方法，它把一个信号的相位噪声归结为一个噪声源对信号的相位调制，相位噪声的测量是对这些杂波分量的测量。相位噪声测量的主要设备是相位噪声测量系统，其主要技术指标包括偏移频率范围、测量精度、系统噪声响应等。用鉴相器观测相位噪声的示意图如图所示。




用鉴相器观察相位噪声示意图

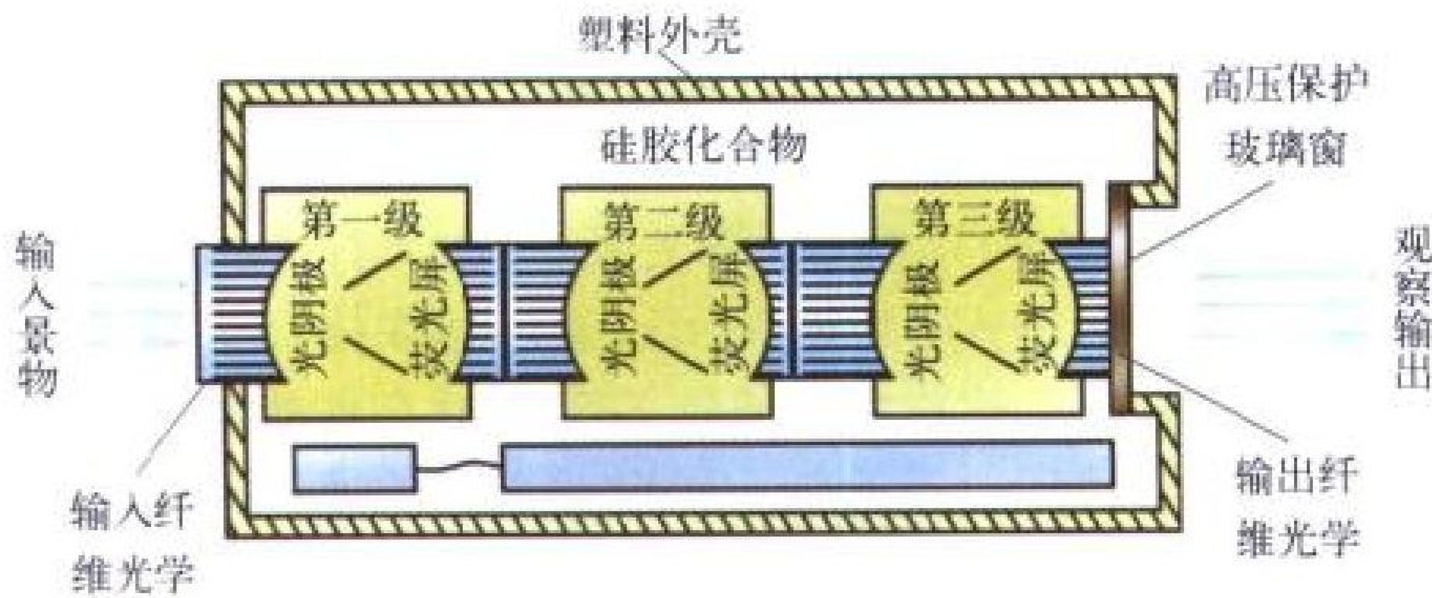
（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

xiangyishi huanxingqi

**相移式环行器**　phase-shift circulator　至少含有一个非互易相移器的环行器。其性能在很大程度上取决于移相器的性能。在这种环行器中需要有一定数量的多端口互易元件，这种环行器也称为差相移式环行器。常见的波导端口差相移式环行器由 3 dB 波导裂缝电桥、铁氧体非互易 90° 移相器及折叠魔 T 三部分组成。它可承受较高的功率，其用途同环行器。（撰写：李克文　万飞　审订：刘剑）

xiangzengqiangqi

**像增强器**　image intensifier　又称微光管。将聚焦在其光敏面上的微弱图像再现在荧光屏上的器件。它由光电阴极、电子透镜、倍增器和荧光屏组成。当阴极发射的电子经高压加速后轰击荧光屏时，即产生像增强的作用。单级像管的亮度增益通常在 50 到 100 之间，但将像管多级耦合起来，可获得 $10^5$ 到 $10^6$ 的亮度增益。如图所示为典型的三级静电聚焦




典型的三级静电聚焦像增强器示意图

像增强器示意图。新的像增强器利用了微通道板 (MCP) 以达到约为 $10^4$ 的亮度增益。MCP 实际上是位于光电阴极和荧光屏之间一个薄的二次发射电流放大器。它使高增益管不但具有极小的尺寸和很轻的重量，而且还具有饱和增益特性，使像的模糊现象 (或光晕) 的影响达到最小。

（撰写：王戎瑞　审订：韩建忠）

xiaoxi jianbiema

**消息鉴别码**　message authentication code (MAC)　为了保护和验证消息的完整性而采用的一种编码方法。MAC 是用一个秘密密钥通过密码算法对消息进行计算，结果产生一个“摘要”，然后把“摘要”附加在消息后一并发送给接收方。接收方按同样的密码算法重新计算“摘要”，并将其与收到的“摘要”进行比较，以验证消息在传输或存储过程中的完整性，这个“摘要”就是消息鉴别码 (MAC)。无论是谁，只要不知道在 MAC 的计算过程中所使用的秘密密钥，就不可能产生适合于被更改消息的 MAC。只有拥有对应密钥的接收者才能对消息进行正确的鉴别。MAC 可用于收发双方的消息鉴别，也可以用于文件的保护，以确定文件是否已被篡改，或是否感染了病毒。（撰写：祝世雄　审订：穆良知）

xiaoxi miyao

**消息密钥**　message key　在每次密码同步时，消息密钥给密码算法设置一个不同的起始值，以得到不同的密码输出，即所谓“一次一密”。其目的是为了避免在每次密码同步时，密码算法都从相同的起始点开始运算并输出相同的密码，从而增大对密码分析破译的难度。消息密钥的产生是随机的和不可预测的，一般可用物理噪声源来产生。通信的发方产生消息密钥后，应当可靠地传送至收方，并保证收方收到的消息密钥正确无误，否则将不能进行正常的恢复明文的解密运算。（撰写：祝世雄　审订：穆良知）

xiaotianxian

**小天线**　small antenna　占据空间较小的天线。对于“小”，有三种不同理解：(1) 实际尺寸小，这是以几何尺度来衡量的。在某些电子设备密集的电子舱中或在某些特殊场合，限制了天线的最大几何尺寸，例如手持机中的天线。(2) 以其功能作为判断标准，在相同功能时其尺寸小或在相同尺寸时其功能多。例如与普通天线相比，智能天线就可认为是一种从功能上看的小天线。(3) 电小天线，即以工作波长 $\lambda$ 来度量的小天线，设天线最大尺寸为 $l$，一般认为 $l/\lambda \leqslant 1/8 \sim 1/10$ 的天线为电小天线。由于电小天线的电尺寸小，其辐射电阻很低，当输入到天线上的功率一定时，仅很小一部分转变为辐射功率，大部分给损耗掉了，因而天线的效率很低。当然，也可采用种种措施来降低损耗，例如采用超导技术来降低调谐回路与天线的损耗，这时天线系统的 Q 值必然很高，天线系统的 $Q \approx (\lambda/2\pi l)^2$，$l/\lambda$ 愈小，Q 则愈高。Q 愈高，带宽愈狭。因此衡量电小天线的一个重要指标是增益带宽积 $(G \cdot \Delta f)$。对于分米波及厘米波波段，尽管天线的几何尺寸不大，但电尺寸还是相当大的。但在超长波、中波乃至短波低频段，当天线尺寸受限时，很可能落在电小的范围，例如，超长波水下通信用的天线，即为电小天线，细螺旋天线和小环天线均属于电小天线。当馈入到天线的功率较大时，由于 Q 值高，还必须考虑天线的耐压问题。

（撰写：周朝栋　审订：李振邦）

xiaoxing chufaguan

**小型触发管**　mini triggered spark gap　充气触发管的小型化产品。管外形为方形陶瓷金属密封结构，外形尺寸为 10 mm × 10 mm × 15 mm，重约 4 g，自击穿电压大于等于 1300 V，标称工作电压 800～1000 V，实际工作电压 400～1200 V (按需要可高达 5 kV)，触发电压 1000 V，延迟时间小于等于

100 ns，抖动时间小于等于 30 ns。在工作电压 1000 V、峰值电流大于等于 200 A、脉宽大于等于 20 μs 时，寿命大于等于 1500 次，用于特种装置中的精确点火；外形为 $\phi$ 10 mm × 15 mm 的管子，工作电压 2～4 kV，用于飞行装置中精确点火，如爆炸桥丝、爆炸箔起爆器、电子安全和解除保险、飞片/雷管等。 （撰写：周志伟　审订：廖复疆）

xiaoxinghua xingboguan

**小型化行波管**　mini travelling wave tube (Mini TWT)　随着工艺的进步，小型化行波管的定义也在发生变化。目前一般认为，小型化行波管的宽度应小于半个中心频率的波长，高度不大于宽度的两倍，长度不超过 200 mm。这是因为在相控阵雷达和多波束干扰机等设备中发射单元很多，各单元间的距离一般不能大于 0.6 个波长。而作为发射单元的末级功率放大器的行波管应当尽可能地靠近天线，这就要求行波管的尺寸尽可能的小，小型化行波管就是为满足这类需求而产生的。为了实现行波管的小型化，要求行波管的各个部件都要小型化。一般要采取下列措施：(1) 降低行波管的慢波结构电压，加大注电流。由于慢波结构电压下降，导波波长下降，在同样增益条件下管长可缩短。同时由于 $I_0/U_0$ 增加，将提高效率。但这时要求聚焦磁场增加会加大磁钢尺寸，需要折中考虑。(2) 使用尽可能细的管壳。细管壳可以使极靴内孔减小，从而可在缩小磁钢尺寸时仍维持高的峰值磁场强度，有利于缩小尺寸。但管壳不能细到影响慢波结构耦合阻抗的程度。(3) 使用高磁能积磁钢。以保证在有足够的磁场强度和适当周期的条件下有尽可能小的尺寸。(4) 使电子束在离开慢波结构后迅速散开以缩短收集极长度。(5) 在功率模块中使用时，可取消其外壳以进一步缩小尺寸。例如一个功率模块使用 3 cm 波段100 W的小型化行波管，管子的直径仅 8 mm，长度不到 150 mm。 （撰写：邹显平　审订：廖复疆）

xiaoxing jisuanji

**小型计算机**　mini computer　规模介于微型计算机和中型计算机之间的一类计算机。小型计算机出现于 20 世纪 60 年代中期，随着集成电路技术的进步，小型机的处理能力有了很大的提高。70 年代，小型机都采用中、大规模集成电路，典型的产品有 DEC 公司的 PDP－11 系列和 DG 公司的 NOVA 系列。80 年代，采用大规模、超大规模集成电路，并形成了结构开放的硬件和软件标准。如 DEC 公司的 VAX 11 系列，Micro VAX 系列和王安 VS 系列。90 年代，在处理机体系结构上的重大变化，精简指令集计算机的出现和软件工业标准的建立，使小型机的性能大幅度提高，应用快速发展。小型计算机的字长可分为 8 位、16 位、32 位、64 位。其中，字长在 32 位以上的高性能小型机称为超级小型计算机。其处理能力、内/外存容量和操作系统功能等方面，远远超过一般的小型计算机，其综合性能相当于中型机，但价格比中型机低很多。小型计算机有着广泛的应用，如科学计算、数据处理、工业计算、信号处理、图像处理、过程控制和模拟系统等，现在小型机大量的用作各种类型的服务器。 （撰写：张学孝　审订：张金荣）

xietiao shijieshi yu GPS shi

**协调世界时与 GPS 时**　universal coordinated time (UTC) and GPS time (GPST)　协调世界时 (UTC) 是一种以原子时秒长为基础，在时刻上尽量接近于世界时的一种折衷的时间系统。世界时（UT）表示以地球自转为基础的一种时间“刻度”。由于协调世界时的时元被设置成天文时间，而其速率被设置为原子时间，因此协调世界时不同于纯粹的原子时间。采用闰秒的办法可使协调时与世界时的时刻相接近。当协调时与世界时的时刻差超过 ±0.9 s 时，便在协调时中引入 1 闰秒（正或负)，闰秒调节法可使某一分钟是 59 s 或 61 s。闰秒一般在 6 月 30 日或 12月 31 日的最后一分钟加入。协调世界时从 1972 年开始实行，最初由国际时间局进行调整，1982 年后由国际度量衡局 (BIPM) 进行调整。

GPS 时 (GPST) 是 GPS 系统的专用原子时间。GPS 时是将 GPS 系统中所有原子钟（包括地面原子钟和卫星原子钟）数据进行加权平均而得到的一种复合原子时间。由主控站进行控制，并将 GPS 时间与 UTC 时间差别保持在 1 μs 之内（模为 1 s)。GPS 时与协调世界时的时刻规定于 1980 年 1 月 6 日零时相一致，由于 GPS 时不存在闰秒，随着时间的积累，两者之间表现出有整数秒的差别。人们可以根据 GPS 卫星导航电文中的相应系数，将 GPS 时间变换成 UTC 时间。

（撰写：丁　群　审订：邱致和）

xietong ganrao

**协同干扰**　cooperative jamming　多个干扰平台，多个干扰设备或器材按一定规律，在主平台的统一控制下，针对不同威胁对象，按一定的战术技术要求，共同实施干扰达到最佳干扰效果的行动。协同干扰行动，可以采用有源和无源的多种手段，分别在频率、距离、速度和方位等多维参数上形成众多的噪声或欺骗干扰源，而真实目标则淹没在这些干扰或假目标中。这些干扰信号在雷达中被分别处理，互不相关、使雷达达到饱和而无法正常工作，或者是由多个干扰源处在同一跟踪雷达波瓣内，按一定的规律施放干扰，使跟踪雷达跟踪在多个干扰源的几何中心而不是其中任何一个干扰源。协同干扰与单点源干扰相比，具有很多优势，是对付各种雷达抗干扰措施的有效手段。 （撰写：龚　渝　审订：顾耀平）

xietong tongxin

**协同通信**　coordination communication　执行共同任务并有直接协同关系的各军兵种部队之间，友邻部队之间，以及配合作战的其他部队之间，按协同关系建立的通信联络。通常，协同通信是由进行联合指挥作战的司令部统一组织，或者由上级从参与协同作战的诸方之中指定某一方负责组织。一般有四种形式：(1) 以无线电台为主，有协同关系的部(分)队使用相同体制的无线电台，组织成一个协同通信网；(2) 在无线电台体制不相同的情况下，通常互派代表携带各自的电台，达成间接的协同通信联络关系；(3) 当有协同关系的部(分) 队使用电台制式不同时，可以通过互联接口将不同制式的电台互联起来，达成协同通信关系；(4) 在作战地域建立公共通信网，有协同关系的部 (分) 队将各自的通信系统接入到公共通信网上，实现协同通信。

（撰写：智少游　审订：汪思荣）

xiebo leida

**谐波雷达**　harmonic radar　大多数金属和半导体人造物体能够将入射的电磁波转换为它的谐波后再向外辐射，这种现象称为谐波再辐射。通过检测物体的谐波再辐射信号功率进行目标探测的雷达称为谐波雷达。自然物体，如大地、树木和海洋等基本没有谐波再辐射能力，所以谐波雷达抗自然景

物杂波干扰能力较强，可以穿透树丛探测到下面的金属目标；在探测海面目标时可以不受海浪杂波的影响；利用不同物体的谐波特性可以进行目标识别；在机载合成孔径雷达中，通过测量其谐波频率可以推出目标的多普勒频移。谐波雷达在军事上具有重要的应用价值。另外，通过在被探测的目标上安装谐波发射器，可以进行目标检测和跟踪，已经被用于汽车防撞和昆虫跟踪等民用和科研领域。但是，物体的谐波再辐射效率一般都很低，致使谐波雷达的探测距离较短，目前只适用于近距离的目标探测。

（撰写：孙泓波　审订：刘国岁）

xiezhenqiang de pinzhi yinshu

**谐振腔的品质因数**　quality factor for cavity　衡量腔内储能与耗能的一种质量指标。它是谐振腔三个基本参量之一。由于耗能的方式不同，谐振腔的品质因数又分为固有品质因数、外观品质因数和有载品质因数。固有品质因数 $Q_0$ 又称无载品质因数，用来描述谐振腔内的相对损耗，其定义为

$$Q_0 = 2\pi \frac{W_c}{W_0}$$

式中 $W_c$ 为谐振时谐振腔内储存的电磁场总能量；$W_0$ 为一个周期中腔内损耗的能量。一个周期内腔内的损耗来源于腔壁的能量损耗和“有损的”介质中的损耗（如果有的话）。外观品质因数 $Q_e$，用来描述谐振腔与外负载连接后外回路的相对损耗，其定义为

$$Q_e = 2\pi \frac{W_c}{W_e}$$

式中 $W_c$ 为谐振时谐振腔内储存的电磁场总能量；$W_e$ 为外回路每周期内损耗的能量。外回路损耗的能量是通过耦合元件损耗在腔外负载上的能量。有载品质因数 $Q_L$ 又称负载品质因数，当谐振腔与外负载相连后，用来描述谐振腔加上外回路总的相对损耗，其定义为

$$Q_L = 2\pi \frac{W_c}{W_\Sigma}$$

式中 $W_c$ 为谐振时谐振腔内储存的电磁场总储能；$W_\Sigma$ 为谐振腔外加负载后每周期内损耗的总能量。有载品质因数、外观品质因数及固有品质因数三者之间的关系为

$$\frac{1}{Q_L} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_e}$$

可直接通过测量谐振腔外驻波比来确定。

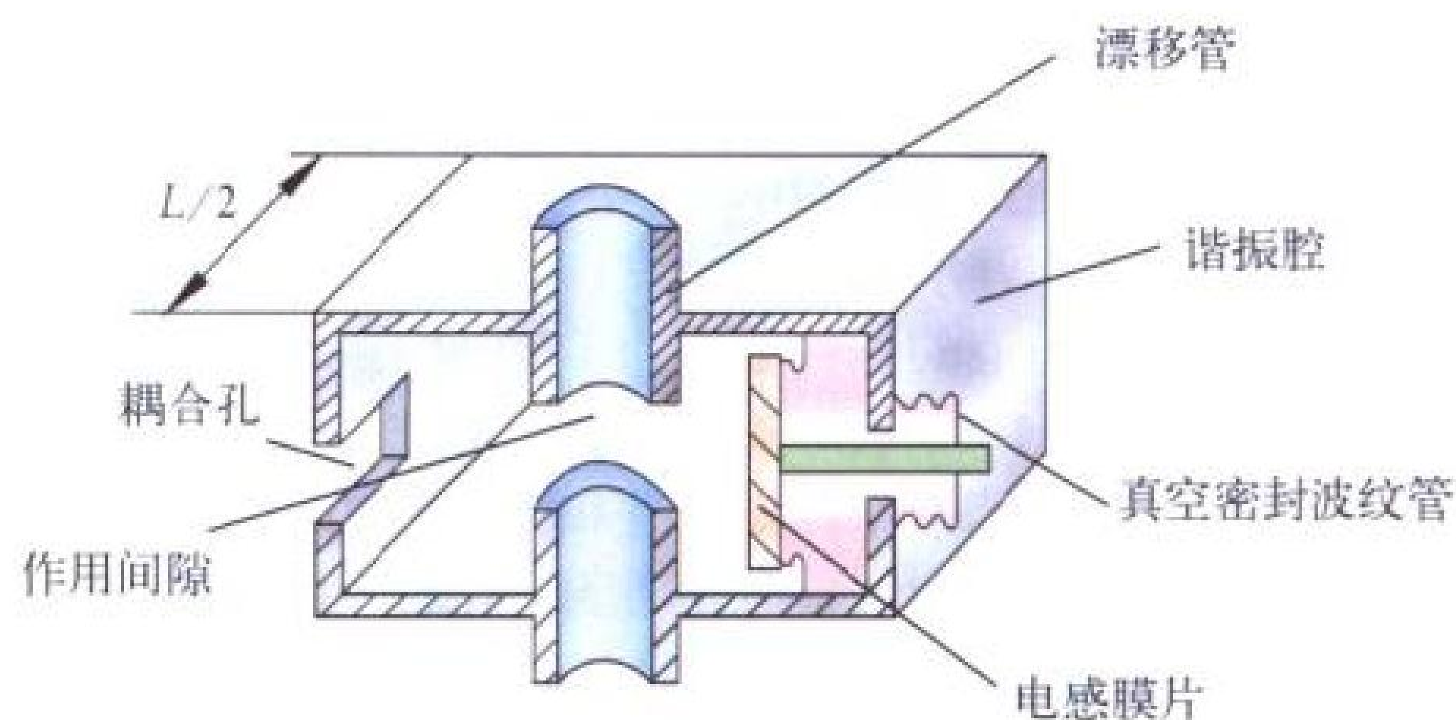
（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

xiezhenqiang kongqiang xiezhenqi

**谐振腔（空腔谐振器）**　cavity (cavity resonator)　周围被导电体所包围能使电磁波振荡，并具有储能与选频特性的电磁波谐振元件。表征谐振腔的三个基本参量是谐振频率 $f_0$（或谐振波长 $\lambda_0$）、固有品质因数 $Q_0$ 和特性阻抗 $R/Q$。谐振频率是谐振腔中该模式的场发生谐振的频率，它的值取决于腔的尺寸、形状和工作模式（TE 或 TM 模式）。对于规则形状的谐振腔，如角柱形和圆柱形腔的谐振频率值都可精确计算和测量。谐振腔的固有品质因数参见谐振腔的品质因数。谐振腔的特性阻抗 $R/Q$ 是相对于腔内储能 $W_c$ 而言的腔口电场强度的度量，通常表示为

$$R/Q = \frac{V^2}{2\omega_0 W_c} = \frac{\left(\int_a^b E \cdot \mathrm{d}l\right)^2}{\omega_0 \varepsilon_c \int_V E \cdot E^* \mathrm{d}v}$$

式中 $V$ 为谐振腔的等效电压；$W_c$ 为谐振腔内储存的总电磁能量；$\omega_0$ 为谐振角频率；$E$ 为积分路径 $ab$ 上的高频电场振幅值。对无载和无电子注的谐振腔可以看成由集中参量电阻 $R$、电容 $C$ 和电感 $L$ 组成的并联回路，$R/Q$ 可表示为 $\sqrt{\frac{L}{C}}$。可以看出，它是由谐振腔的几何形状所确定的。$R/Q$ 值越高，速调管的带宽越宽。谐振腔三个基本参量都是对一定的谐振模式而言的，不同的模式其参量值一般是不同的。图中给出了速调管放大器采用的典型的谐振腔。腔内作用间隙（对




速调管用典型角柱形谐振腔（孔耦合、电感调谐）示意图

峙筒）用来增强微波电场强度；调谐元件（容性、感性或复合型）用作改变腔体谐振频率和选频；耦合元件（孔形或环形）用作能量的引入和输出；谐振腔在速调管中起微波谐振回路的作用，在粒子加速器中作为带电粒子的加速元件。

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

xiezhen suidao qijian

**谐振隧道器件**　resonant tunneling device　利用量子阱内电子谐振隧道效应制成的半导体器件。当几层不同的半导体薄层相互邻接构成一个异质结构时，其能带边在异质界面处产生不连续，从而产生量子阱。量子阱内的电子受势垒层的限制，产生分立的能级。在异质结构上加电压时，电子将通过量子力学中的隧道效应穿透相应的势垒层而形成隧穿电流。当入射电子的能量对准量子阱中的电子能级时，穿透几率极大，从而在对应的电压下出现电流峰，产生谐振隧道效应。20 世纪 70 年代初国际上开始进行量子阱谐振隧道效应的理论和实验研究，出现了谐振隧道二极管。在隧穿电流从峰值到谷值的电压变化范围内，电流随电压升高而下降，形成负阻。利用这一负阻已能产生直至 400 GHz 的振荡，当时曾被作为高频有源器件来研究。由于异质结构的厚度在纳米量级，在高频下受二极管电容的限制，其结面积只能做得非常小，使其输出功率极低，难以付诸实用。后来还研究利用其隧穿电流的多峰结构来制作多值逻辑器件。量子阱对隧穿电流的控制功能还被利用来制作新的三极管，如谐振隧穿热电子晶体管、谐振隧穿双极晶体管和量子阱谐振隧穿晶体管等。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

xinpian chicun fengzhuang

**芯片尺寸封装**　chip-size packaging, chip-scale packaging (CSP)　封装尺寸与芯片面积比小于 1.5 的表面贴装型封装，是发展中的新型半导体封装技术。根据在封装内芯片不同的安装方法以及封装的不同结构的组合，目前已发展了超过 40 种 CSP 封装技术，主要用于 SRAM、DRAM、可擦写存储器等引脚数不多的 IC 以及低功率 IC。CSP 目前发展方向之一是把芯片倒装技术（FC）与球栅阵列技术（BGA）结合；另一方向是发展圆片级 CSP 技术，即在结束 IC 制造过程的半导体圆片划成芯片之前完成 CSP 工艺：划片后即成具有封

装的产品。与芯片直接贴装在电路板上的最小尺寸封装技术相比、CSP技术具有与之相近的封装尺寸。但是前者直接使用裸芯片，芯片挑选、测试、操作、组装与保护过程中工艺要求高、成本上升；CSP则因有单独的封装保护、无上述问题，具有更高的可靠性、在军用电子装备中有广阔的应用前景。 （撰写：陈效建 审订：林金庭）

xin'eryanghuameng dianchi

**锌二氧化锰电池** zinc manganese dioxide battery 又称锌锰电池，正极活性物质为$MnO_2$、负极活性物质为Zn、电解质为氯化铵和氯化锌水溶液或无铵（或少铵）氯化锌水溶液所构成的电池。该电池的标称电压为1.5 V。自1890年投产以来，已有了长达110年的历史。在这一历史进程中，电池设计、材料和生产工艺不断得到改进和完善，其中从浆糊式电池到纸板电池，从氯化铵型电解质到氯化锌型电解质再到碱性电解质，从天然$MnO_2$到电解$MnO_2$，从含汞添加物到无汞添加物等，不仅使电池的性能有了大幅度提高，而且使该电池成为无污染的绿色电池。锌锰电池的用途广泛，如作为通信、仪器仪表以及照明、收录机和电动玩具的电源等。我国已成为锌锰电池的生产和出口大国，但其中浆糊式低档电池仍占极大比例。随着国民经济的发展，高性能纸板式电池和碱锰电池的产量在快速增长。

（撰写：汪继强 审订：宋海德）

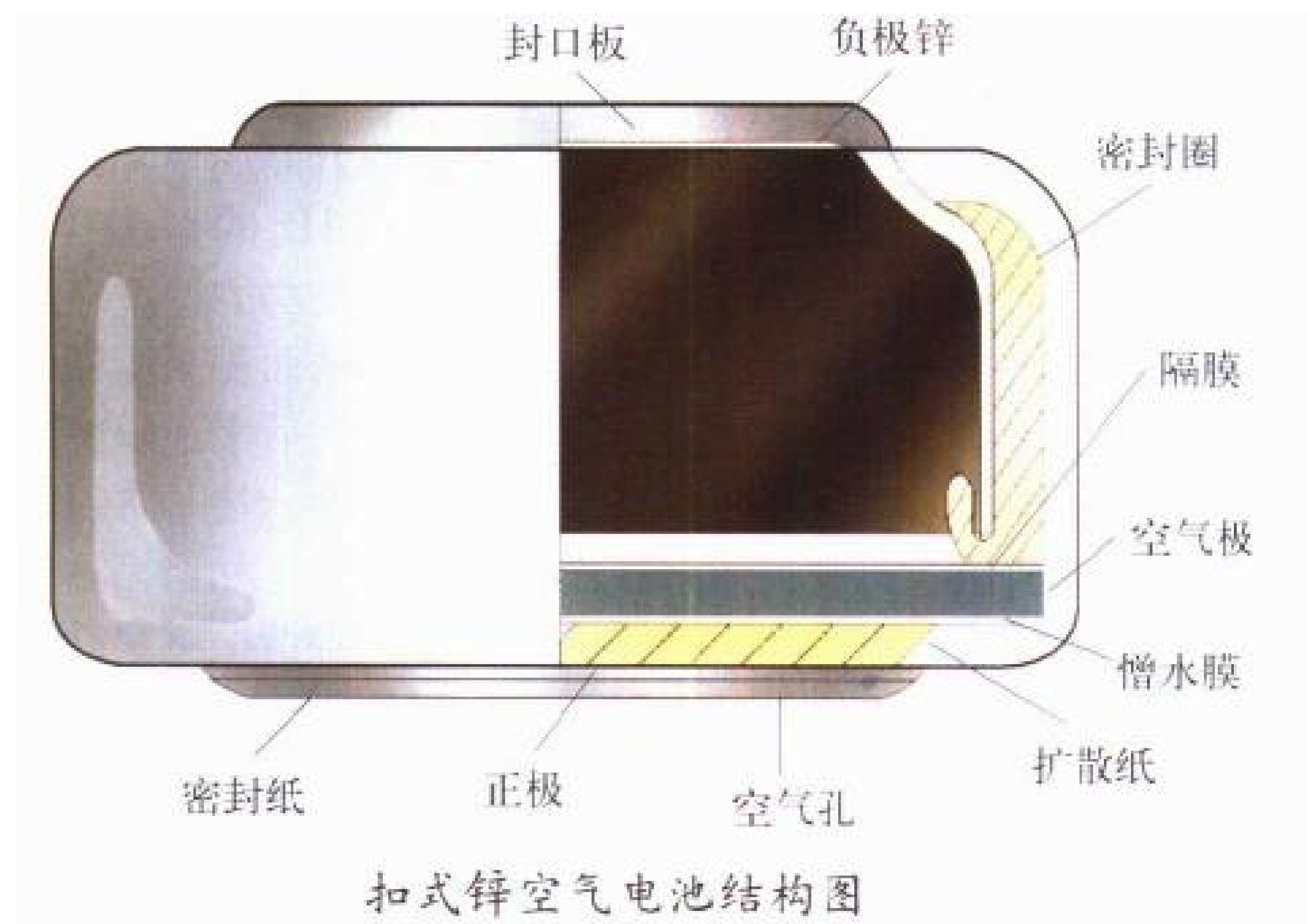
xinkongqi dianchi

**锌空气电池** zinc-air battery 以Zn为负极，碳载氧还原催化剂为正极，碱溶液为电解质构成的电池。电池的反应式为



$$2\,Zn + O_2 \rightarrow 2\,ZnO$$

由于空气中的氧是电池的正极活性物质，可连续获取，材料成本低廉，而锌空气电池的比能量又很高（理论值约达1200W · h/kg），因而一直受到各国科学工作者的重视。目前获得实际应用的有两种产品：(1) 扣式电池，如图所示，其



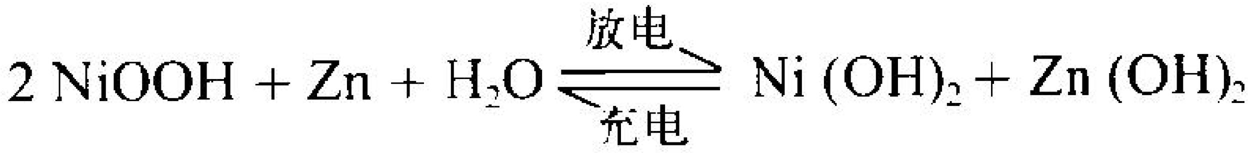

扣式锌空气电池结构图

大量应用于耳聋助听器等的电源，同时美国宇航员曾用其作通信机电源；(2) 方形大容量（1000～10000 A · h）电池组，其主要用于航标灯、中继通信等系统。

（撰写：汪继强 审订：宋海德）

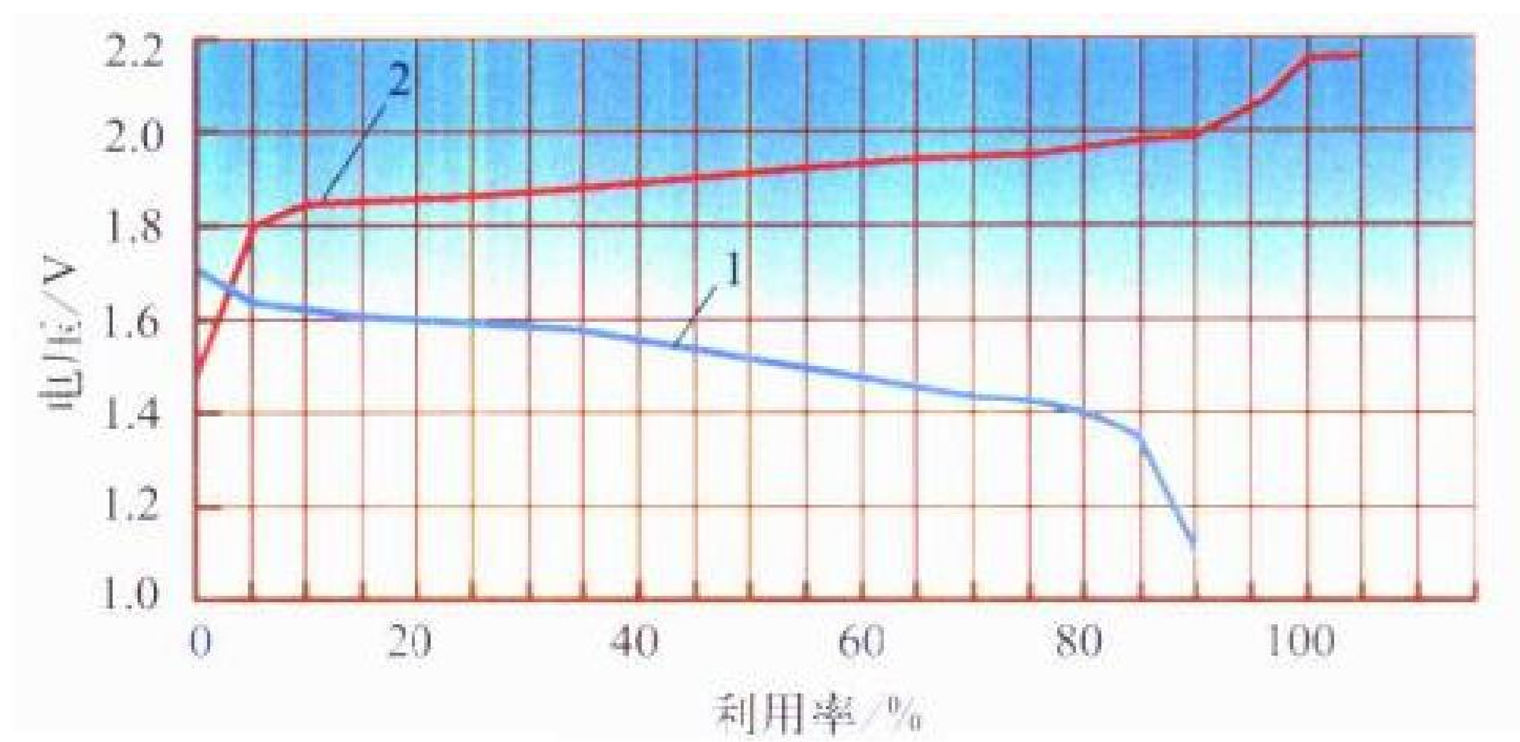
xinnie xudianchi

**锌镍蓄电池** zinc-nickel battery 正负极分别用镍氧化物及金属Zn构成的蓄电池。其负极是用多孔性金属锌活性物质压制而成；正极是用烧结式镍基板浸渍β-氢氧化镍制得；隔膜一般用水化纤维素薄膜和维尼龙毡；电解液为30%～40%的KOH水溶液；电池外壳大多用尼龙注塑成形。电池的电化学反应式为



$$2\,NiOOH + Zn + H_2O \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} Ni\,(OH)_2 + Zn\,(OH)_2$$

电池的开路电压为1.72 V、在小电流负载下工作电压约为1.62～1.66 V，在大电流负载下工作电压约为1.40～1.50 V、如图所示。充放电的循环寿命为300～500次、电池的比能量为25～75 W · h/kg（低于锌银蓄电池）。该蓄电池目前应用较少、主要用于电动自行车和电动汽车等动力电源。



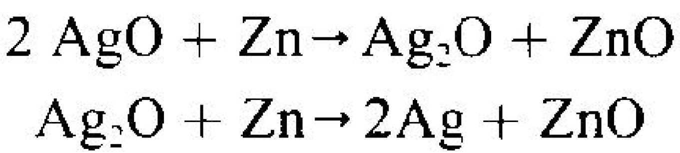

锌镍蓄电池典型充放电曲线图

1—充电曲线（充电电流：0.25C）；2—放电曲线（放电电流：0.25C）

（撰写：王世达 审订：宋海德）

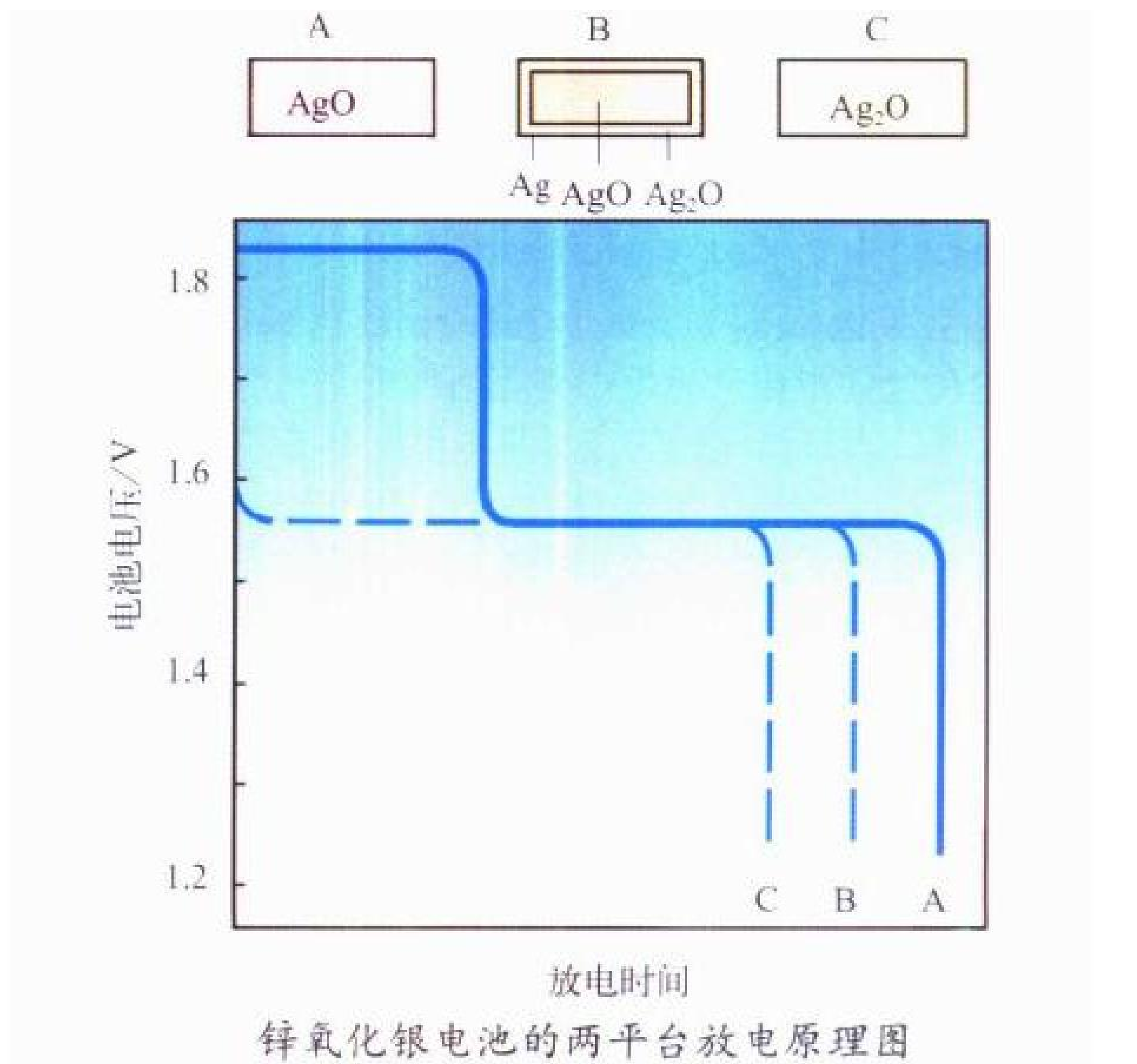
xinyanghuayin yuandianchi

**锌氧化银原电池** zinc silver oxide primary battery 又称锌银原电池。由Zn负极、$Ag_2O$正极和碱溶液电解质构成的电池。由于Ag有两种价态，即+2和+1价，因此在电池中有两个反应阶段，即



$$2\,AgO + Zn \rightarrow Ag_2O + ZnO$$
$$Ag_2O + Zn \rightarrow 2Ag + ZnO$$

相应这两个阶段反应的电池放电曲线上也出现了两个电压平台过程，如图所示。通常锌银电池平坦放电电压是指放电曲线上的第二个放电平阶（1.55 V左右）。根据使用的要求，可以采取不同的方法消除或减少高电压段的放电电压和




锌氧化银电池的两平台放电原理图

时间。目前扣式锌银电池仍然是一种大规模生产的产品，它广泛用于手表、计算器及各种微电子装置。由于低功率锌银原电池有高的比能量（可达 150～200W · h/kg）和平稳的工作电压（1.5 V），并且可以设计成全密封结构，因此目前仍然用作短期服务卫星和返回式卫星可靠的供电电源。

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

xinyin xudianchi

**锌银蓄电池**　zinc-silver battery　由 Zn、AgO 和碱溶液构成的一种碱性蓄电池。其负极是金属锌粉和 AgO 通过涂膏等方法压制成形；正极用活性金属银粉直接压制而得，两极之间用隔膜包缠，实现电子隔离和离子导通；电解液为 30%～40% 的 KOH 水溶液；单体电池外壳大多采用尼龙注塑成形，如图 1 所示。组合电池一般采用金属外壳，如图 2 所



图 1　锌银蓄电池

示。每一只单体电池的开路电压为 1.85 V，额定工作电压为 1.5 V 左右，电池在不同负载电流下使用，电压在 1.60～1.30 V 之间，锌银蓄电池的电化学反应式为



$$AgO + Zn \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} ZnO + Ag$$

该电池的特点是：比能量高（70～200W · h/kg），是镉镍蓄电池和铅酸蓄电池的 2～4 倍。在各种负载条件下工作，电池工作电压平坦，见图 3。循环寿命和湿寿命均较短，一般为 3～6 个月，最长为 18 个月和 300 多次充放电循环。电池适合在 15～50℃ 环境下工作。广泛地应用于导弹、核武器、高低轨道的航天器、激光武器和鱼雷等水中兵器。

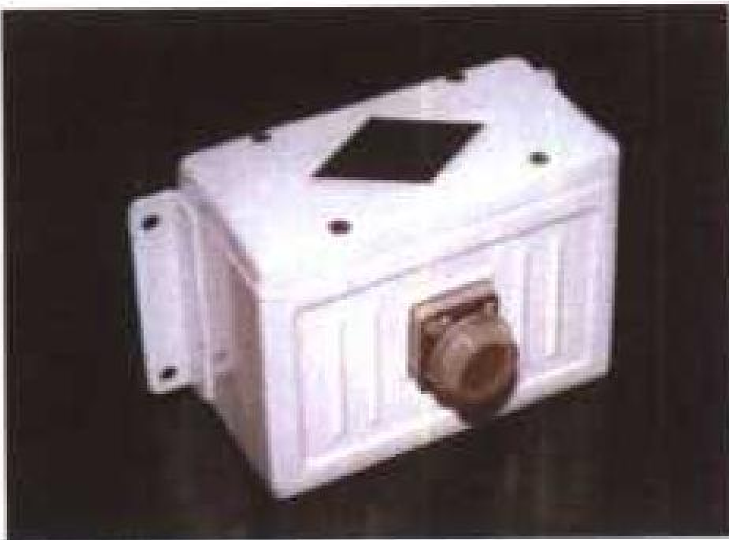


图 2　弹上遥测电源

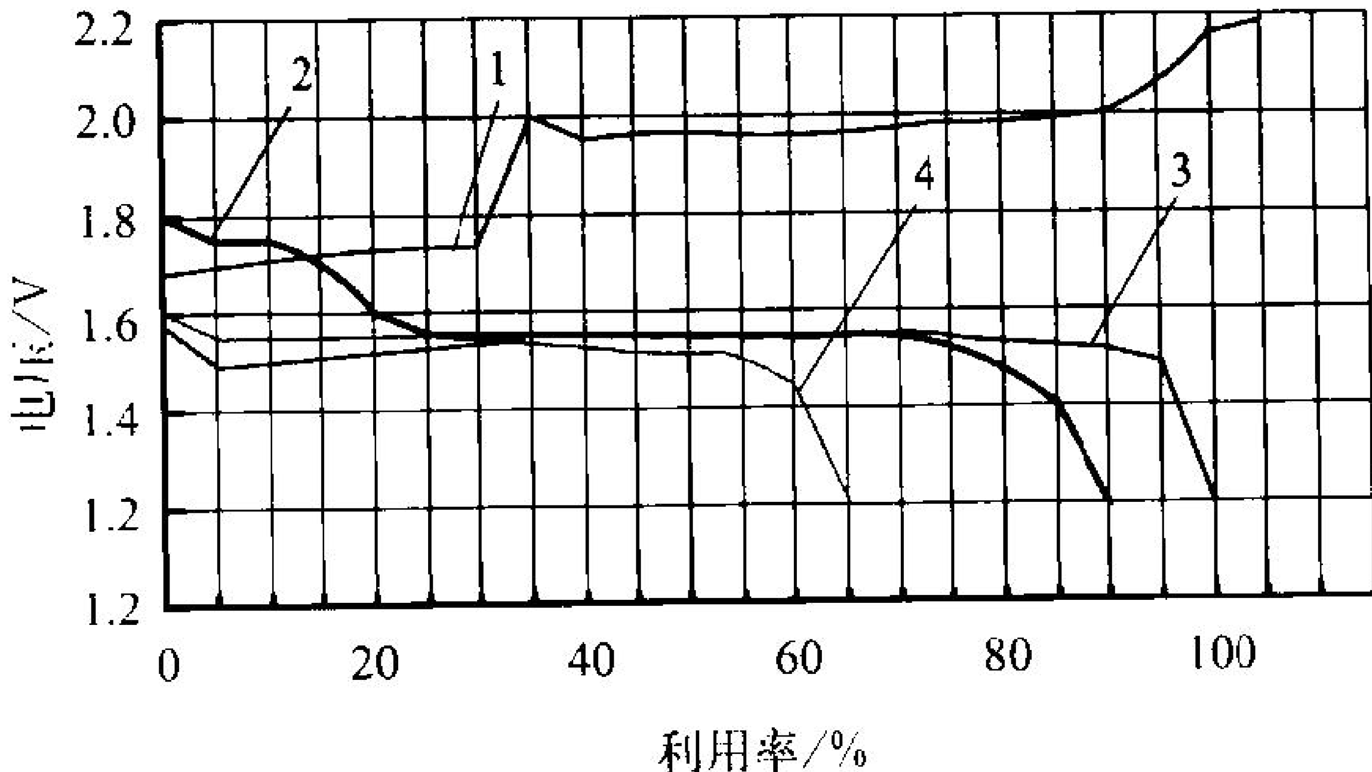




图 3　锌银蓄电池充放电特性曲线

1—充电曲线；2—低倍率放电曲线；
3—抑制高电压平阶的放电曲线；4—高倍率放电曲线

（撰写：王世达　审订：宋海德）

xinhangxing xitong

**新航行系统**　CNS/ATM system　由国际民航组织（ICAO）倡导的新型交通管制系统。CNS/ATM 系统的概念是随着空中交通流量的增长，使现有陆基空中交通管制系统受到越来越大的压力的情况下，在 20 世纪 80 年代以来卫星导航和数据通信发展的基础上制定出来的。CNS/ATM 中的 C 指通信（communication），它不仅包括话音通信，而且还包括 VHF 数据链、二次雷达 S 模式数据链、卫星通信数据链，以及 HF 数据链；还利用航空电信网（ATN）在全球将它们联系成统一的系统。而 N 指导航（navigation），主要指全球导航卫星系统（GNSS）、惯导系统（INS）和微波着陆系统（MLS）。S 指监视（surveillance），除了在交通稠密区还保留二次雷达（S 模式或 A/C 模式），其余地方均用自动相关监视（ADS）。ADS 指由机载导航设备导出飞机的实时位置，通过数据链自动报告给地面管制中心，使管制中心能实时监视空情。与此同时还出现了广播式自动相关监视（ADS–B）的概念。ATM 指空中交通管理（air traffic management）。由于大量使用数据通信，使地空之间的联系和管制中心之间的平面联系的精确性和实时性明显改善，而卫星导航使飞机的导航和地面监视精度大为提高，卫星通信和卫星导航还使得可以在地球上绝大部分地区得到良好覆盖，所有这些都为 CNS/ATM 系统的功能更强，更能适应空中交通动态变化，以及更安全和更经济的空中交通管制创造了条件，而且还使其服务内容从管制上升为管理。世界各国正在根据自身的情况逐步试验和实施 CNS/ATM 系统。

（撰写：邱致和　审订：丁　群）

xinxing changfashe cailiao

**新型场发射材料**　new materials for electron field emission　新型场发射材料包括用于场发射的各种金刚石材料（无定形、多晶和单晶金刚石，薄膜、厚膜和体材金刚石）、碳纳米管、半导体材料（Si, GaAs）以及宽带半导体（例如 AlN, BN）和碳化物（如 ZrC, TiC，HfC）材料等。近年来研究发现，金刚石薄膜不仅具有优异的物理和化学特性，而且具有良好的场发射特性：极低的阈值电压和较高的场发射电流。作为一种宽带半导体（5.45 eV）材料，它的场发射机理至今尚不十分清楚，而在平面显示器方面的实际应用受到发射不均匀以及制备工艺等困扰。碳纳米管是另一类受到广泛关注的新型场发射材料，它同样具有良好的场发射特性，而且制备工艺相对简单，是研制和开发场发射平面显示器等新一代电真空器件的优选材料。

（撰写：丁明清　审订：廖复疆）

xinbiao cikongguan

**信标磁控管**　beacon magnetron　一种小体积（约火柴盒大小）、轻重量（约 200～500 g）、小功率（平均功率小于 5 W）、低电压（～3000 V）、耐冲击、耐振动、频率稳定、能承受苛刻环境条件的小型脉冲磁控管。它的阳极采用热膨胀系数很小的材料（如铜包钼等），采用陶瓷介质调谐、高矫顽力磁钢及各种温度补偿材料。所以信标磁控管的频温系数仅为普通磁控管的 1/10。其频率稳定度约比普通磁控管高一个数量级。信标磁控管主要用于导弹小型脉冲应答机、导弹无线电控制仪、导弹定高控制系统、机载引导应答器、导弹空地寻的器等武器上。在信标磁控管的研制过程中，又研制成功正阳极信标磁控管和注入锁频信标磁控管等品种。正阳极信标磁控管的主要特点是：它的阳极不是接地，而是接脉冲高压，阴极接地，这样就可以不用屏蔽帽，使互作用空间的磁

场更均匀，场形扰动降到最小，因而其频谱特性、脉冲前沿抖动、频推和工作稳定性更好。注入锁频信标磁控管是在管子起振前，先注入一个小的高频信号，使管内的电子预先群聚，提供迅速和协调的起动，可显著降低起动期的噪声和频率抖动，频谱噪声功率可降低 30 dB，而且在快的上升时间也不会引起管子跳模，主要用于相干放大链。20 世纪 80 年代末到 90 年代初，美国 Litton 公司和英国 EEV 公司开始将两个注入锁定磁控管串联合成，制成新的级联磁控管，其增益可提高到 30 dB。

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

xinbiaoji

**信标机**　beacon　以特定信号形式提供自身方向或位置的技术设施。信标机可以发射或转发用作定向或跟踪的信号（称为信标）。信标机发射的信号可以是声信号、光信号，也可以是电信号。其信号形式与被引导装置在频率和相位上相参或非相参，也可以是编码或非编码。信标在航海、航空及航天中应用非常广泛。在航海应用中有指向信标、定向信标、精确定位信标、雷达安全信标、航向信标、微波航道信标等。在航空应用中有航向信标、下滑信标、指点信标、无线电导航信标、识别信标、超声信标等。在航天与靶场测控中常用单频率信标机的信号作为跟踪信标，以引导跟踪系统对目标的捕获与跟踪。（撰写：李本立　审订：干基磊）

xindao bianma

**信道编码**　channel coding　在通过信道传输的信息序列中加入冗余监督码元，改善通信性能的技术。在发端的基带部分，信道编码器将一段数字信息序列按一定规则映射为另一段包含更多数字符号的序列，并将此已编码的序列经调制后在无线信道上传送。接收机将信号解调后，利用信道译码器来检测或纠正由于信道上的噪声和干扰造成的误码。编码产生的冗余码元会降低信道中的原始数据速率，若要保持信息速率不变，则要求扩展信道的传输带宽。在有噪声和干扰存在的信道上，采用适当的信道编译码技术，与无信道编码的系统相比，可以降低误码率，或者在误码率不变时，降低需要的比特能量信噪比（$E_b/N_o$）。接收端如果通过信道译码检测出错误后，通过反向信道要求发端重发传输中有错的符号序列，这种信道差错控制方法称自动请示重传（ARQ）。如果系统没有反向信道，或要求实时恢复信息序列，则需要对解调后的符号序列进行纠错译码，这种信道编码称为前向纠错（FEC）。常用的信道编码有两类：分组码和卷积码。信道编码按纠正错误的类型可分纠随机错误和纠突发错误两种。纠随机错误的码与交织相结合，也能很好地纠突发错误，并广泛用于各种移动通信系统。

（撰写：李仲令　审订：李振邦）

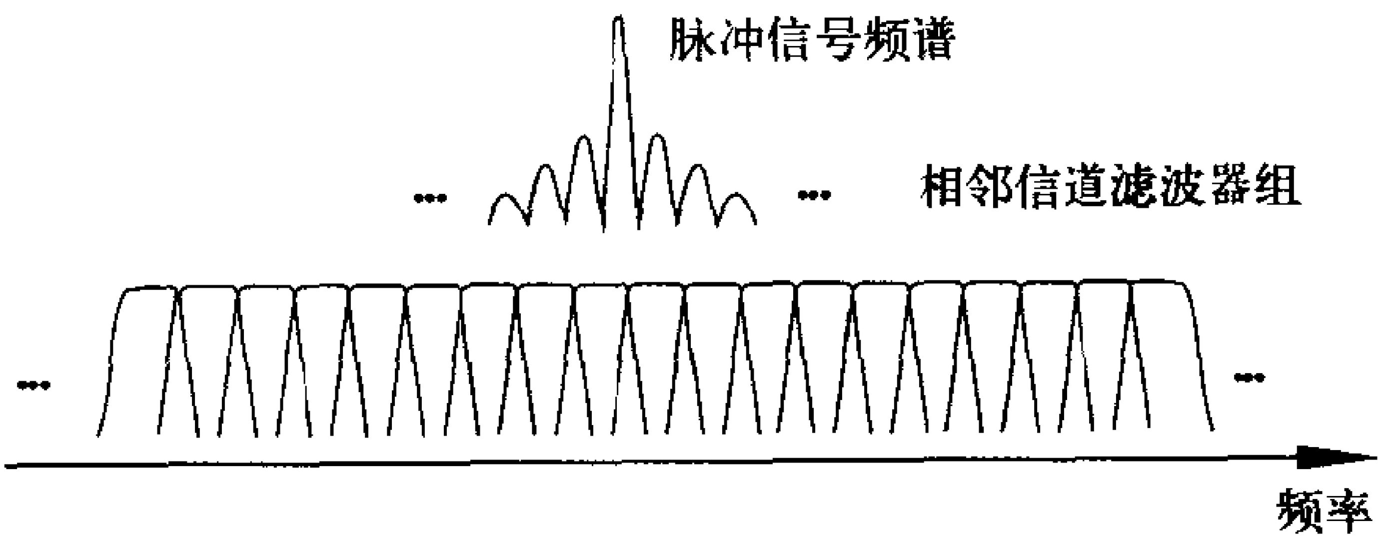
xindao gongyong

**信道共用**　channel sharing　多用户（终端）共享同一信道。在时分多址（TDMA）和码分多址（CDMA）通信系统中，多用户（终端）共享同一频率信道，提高了频谱利用率、增大了通信系统能容纳的用户数（即通信容量）。信道共用是现代通信系统中的一项重要技术，已经在各种通信系统中得到应用。实现信道共用其关键是要保证不同用户在时间上的正交性，或用户码之间的正交性，以免相互干扰。

（撰写：李仲令　审订：李振邦）

xindaohua jieshouji

**信道化接收机**　channelized receiver　利用邻接滤波器组实现多信道瞬时测频的侦察接收设备。根据滤波器组所处的频段不同，可分为微波直接分路式信道化接收机和中频分路外差式信道化接收机等。如图所示，信道化接收机的原理是利




信道化测频原理

用多个频率邻接的并行滤波器组来分选输入信号。某一频率的信号通过对应的滤波器，测量该滤波器的输出就可以确定输入信号的频率。信道化接收机的研究和研制的重点在于滤波器组的设计和制作，采用声表面波（SAW）滤波器组可以减小体积和降低成本。信道化接收机具有灵敏度高、动态范围大、频率分辨率精的优点，并具有检测同时到达信号的能力。因此信道化接收机在电子战接收机中具有重要的地位。

（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

xinhao jiance

**信号检测**　signal detection　从已调制的射频信号中提取有用的调制信息的过程。它是在存在噪声和干扰时，以某种最佳方式处理有用信号或信号所载的消息，给出所需解答。信号检测的任务可分为三个方面：信号的检测、信号参量的估计和波形的复现（过滤）。信号的检测是指检验信号存在与否的一种狭义检测；参量测量是指对信号所包含的消息，在最小均方误差或其他准则下进行的估计；波形的复现是指在最小均方误差准则下对信号或解调后的消息波形进行估计。这三个方面相互有密切的关系。信号检测在通信、控制、天文和生物物理学等方面都有广泛应用。

（撰写：李仲令　审订：李振邦）

xinhao qingbao

**信号情报**　signal intelligence (SIGINT)　通过截获、分析和识别敌方电子装备有意辐射的电磁波信号而获得的情报信息的统称。信号情报可分为战略情报和战术情报。战略情报是指为国家安全和战争全局而进行的侦察所获得的情报，战术情报是为战役、战术行动而进行侦察获得的情报。信号情报主要包括电子情报（参见电子情报），通信情报（参见通信情报）。截收、分析和识别雷达、通信、敌我识别、遥感遥测、导航设备等辐射信号，可以获得有关敌方军事电子设备的特征参数、威胁类型、位置配置等大量情报，从而推断出敌方军事力量的技术水平、发展动向、作战意图等，为我方制定作战计划、建立威胁数据库、确定战略发展方向提供可靠的依据。信号情报主要是战略情报，供国家和军队高层使用。信号情报也可提供战术情报，以支援攻防作战活动。

（撰写：朱松　审订：吕连元）

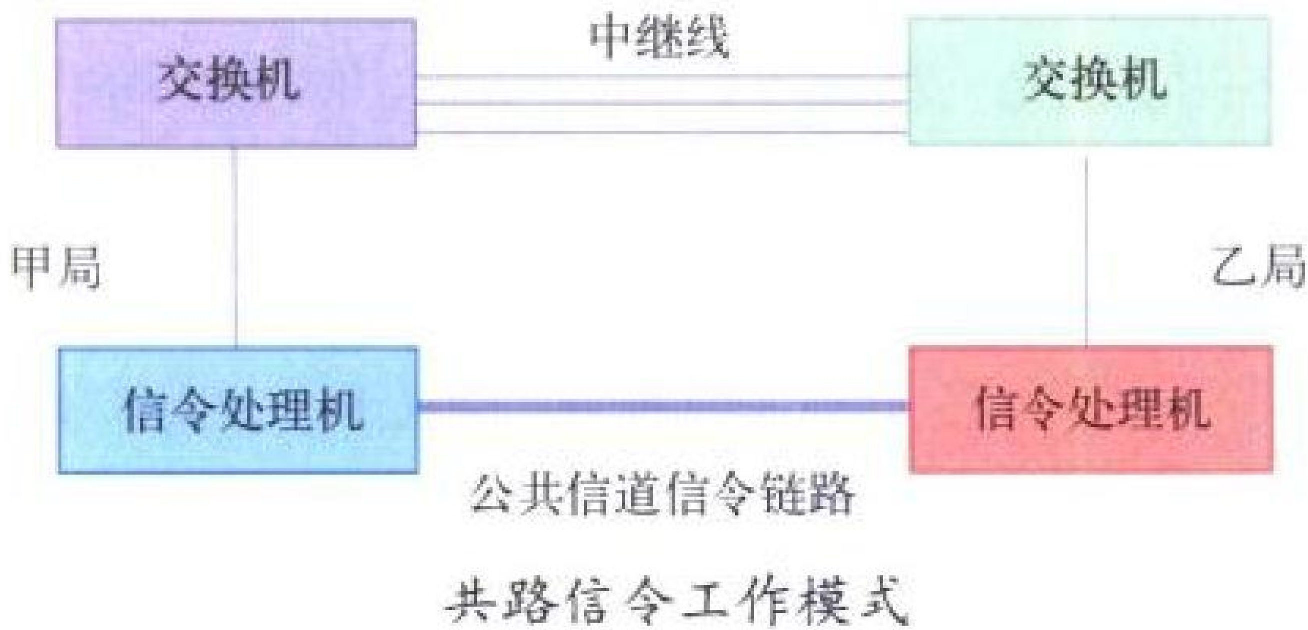
xinhao tiaozhiqi

**信号调制器**　signal modulator　调制就是按照欲传输信号

的特性变化去改变载波的高频电振荡的振幅、频率或相位，使得这些参数的变化能反映出信号的变化规律，从而将信号托附于高频载波的过程。而完成信号调制过程的电子电路或装置，称为信号调制器。由于被调制的是高频载波的振幅、频率或相位，所以调制器可分为调幅器、调频器和调相器。调制器广泛用于通信、广播、电视、锁相电路和扫频仪等电子设备。（撰写：王雁 审订：蒋怡）

xinling

**信令** signaling 又称信号。电信网络中用户与交换机之间和交换机与交换机之间为呼叫建立、呼叫清除、设备运行和网络维护等目的而传送的信息。信令方式是为传送信令所必须遵守的协议和规约。信令设备是为完成信令传递和控制所实现的功能实体。信令系统由信令方式和信令设备两大方面组成。信令按其作用区域可分为用户线信令和局间中继线信令。用户线信令用于监视用户状态、选择路由、产生有关信号；局间中继线信令用于监视中继线状态、选择路由、维护管理。信令按其与电信业务信息的关系可分为随路信令和共路信令：随路信令是信令信息和业务信息在同一个信道上传送；共路信令是把多个业务信息传送所对应的多个信令信息集中在一条公共信道上传送，也称为公共信道信令（如图所示）。目前世界上最著名的信令是No.7信令。No.7信令系统是一种用于交换机之间的国际标准化通用信令系统，采用模块化结构，由消息传送部分（MTP）和用户部分（UP）组成。MTP分为三个功能级，用于在UP之间可靠地传送信令信息，UP属于第四功能级，又包括可选的电话用户部分（TUP）、数据用户部分（DUP）、ISDN用户部分（ISUP）等模块。No.7信令系统主要应用于电话交换网、电路交换数据网、综合业务数字网、移动通信网、智能网以及网络管理等场合。（撰写：陈锡铭 审订：袁阿兴 徐利）



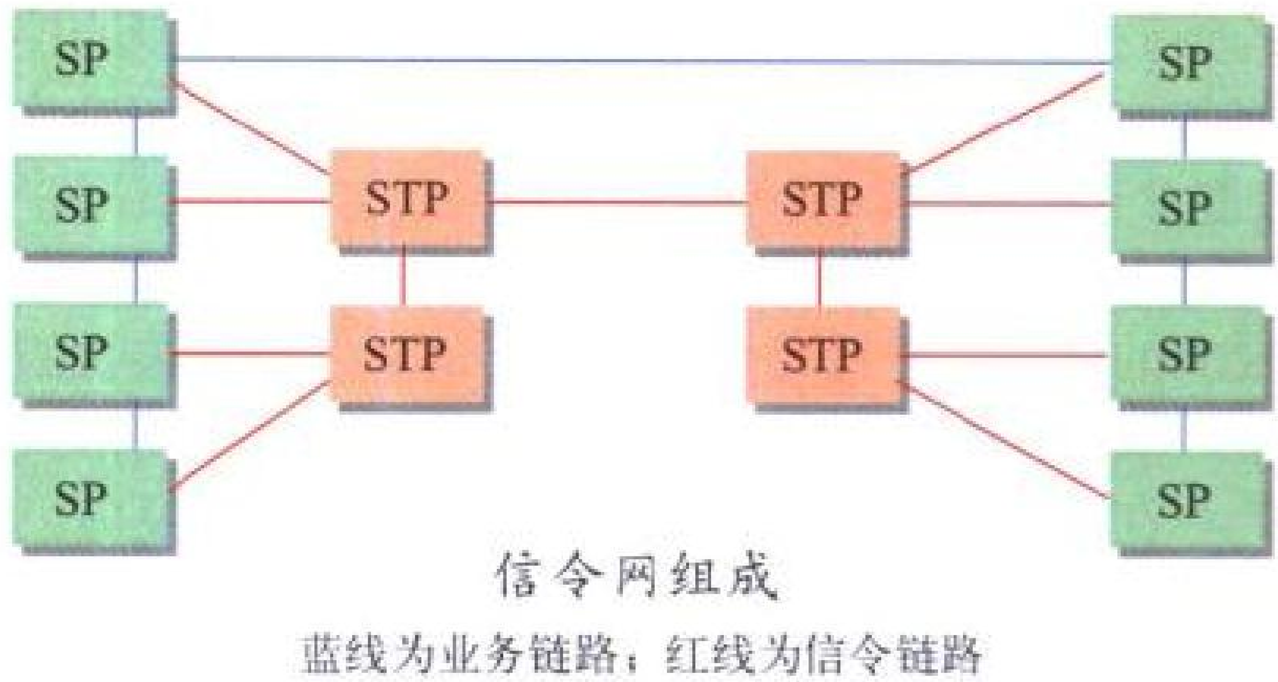

共路信令工作模式

xinling anquan

**信令安全** signaling security 在遭受主动攻击时，确保信令保密性、完整性、可用性的机制。由于信令信息本身可能受到入侵者的攻击，所以网络应当具有保护信令信息安全的机制，信令安全的目的是提供对信令信息的保护，确保任何收到的信令信息是来自可信实体的真实完整信息。主要有两种保护信令的方法：⑴对信令进行鉴别。即信令交互的双方（主叫方或被叫方）彼此鉴别对方是其声明的身份。在终端初始化、呼叫建立、呼叫释放、呼叫拒绝、呼叫接受、重新开始呼叫等信令交互时进行鉴别，可以降低诸如暴露、修改、拒绝服务等针对信令的攻击和威胁，它是保证信令安全的重要手段；⑵对信令进行安全保护。网络提供安全机制以满足支持信令安全交互的能力，这些机制包括信令完整性检验、信令加密保护、信令源和目标的验证等。（撰写：祝世雄 审订：穆良知）

xinlingwang

**信令网** signaling network 传送信令信息的全部通路构成的网络。信令网由信令点（SP）、信令转接点（STP）以及连接它们的信令链路组成，如图所示。SP是信令消息的发送点（源点）或接收点（终点），它可以是各种交换局、操作管理维护中心、特种服务中心等。STP把来自一条信令链路的信令消息转发到另一条信令链路。信令网的连接方式分为直联和准直联等方式。No.7信令系统是著名的信令网，采用直联方式和准直联方式相结合的体制。信令网的结构分为两种：无级网和分级网。无级网是指只有信令点而没有信令转接点的信令网。分级网是指既有信令点又有信令转接点的信令网。若所有信令点要完全互联互通，则分级网需要的信令信道数量比无级网少（但时延长），这种比例随信令点数量的增加而急剧增加。究竟采用哪一种信令网结构，应考虑多种因素后综合确定。信令网的基本问题除上面这些以外还应考虑信令点编码、信令路由选择、系统性能指标和安全可靠性等。（撰写：陈锡铭 审订：袁阿兴 徐利）




信令网组成

蓝线为业务链路；红线为信令链路

xinxi

**信息** information 见综合卷。

xinxi anquan

**信息安全** information security 泛指一切保护信息和信息系统在信息存储、处理、传输过程中免遭偶发的或有意的非授权泄露、修改、破坏或丧失处理信息能力的措施，包括政策、法律、技术和管理等方面的内容。它的基本目标是保护信息资产的归属性和完整性，维持信息设备和系统的正常运转，维护合法用户的正当权益。信息安全包括通信安全和计算机安全两个方面。通信安全又包括密码安全、传输安全、辐射安全和电子安全等。计算机安全包括操作系统安全、数据库安全、信息存储和处理安全以及访问控制等。所有的安全措施都强调人员安全（确保人员的可信度与责任心）、过程安全（严密的规章制度和操作规程）和物理安全（确保设施与设备的安全）。信息安全要解决的主要问题是：信息的保密性、完整性、可用性、可控性及抗抵赖性。密码是解决信息安全问题的关键技术。信息安全涉及安全体系结构、安全协议、密码理论、信息分析、安全监控、应急处理等。

20世纪70年代和80年代，信息安全的重点是单一计算机的安全和通信安全，80年代开始，特别是随着因特网的发展及出现黑客与有组织的攻击之后，重点转向网络和计算机系统的整体安全。信息安全是影响国家安全、社会稳定和经济发展的全局性问题，是一个系统工程，需从整体上解决。（撰写：祝世雄 修订：童志鹏 审订：穆良知）

xinxi baozheng

**信息保证** information assurance 防护与防御信息系统以

保证其可获性、完整性、保密性、认证性、非抵赖性和可恢复性。可获性保证用户在需要时获得信息、服务和资源的接入与应用；完整性通过保密、数字签名和入侵检测等方法保证信息与过程对非授权损伤的安全（如插入、删改、破损或数据的重放）；认证性保证只有授权用户才能有控制的接入信息和服务，包括：(1) 授权性（允许和撤消接入权）、(2) 代表性（将一部分实体的权利延伸给另一方）、(3) 确认性（用户和数据源的双方互相确认）；保密性防护连接、流通和信息内容对非授权方的泄露；非抵赖性保证避免信息发送与接收的错误的否定，其方法是通过可以独立验证的可靠的证明信息源与投递的存在；恢复性通过对攻击的防护、检测和反应以保证信息与信息系统能在攻击后顽存并重现可获性。信息保证包括传统的信息安全，是美国国防部推行的信息战的重要组成部分，其目标是保证国防信息基础设施（DII）和各种网络不间断、安全可靠地运行。从技术和管理角度看，信息保证包括信息防御的各种技术、措施和办法，如建立防火墙和警卫、完善网络入侵探测系统、硬件和软件加密、系统和网络脆弱环境环节试验与分析、明确需保障的美国国防部关键网络节点，以及加强操作员和系统管理员的训练，组建 24 小时值班的计算机网络应急处理小队等。

（撰写：赵宗贵　修订：童志鹏　审订：刘　兴）

xinxi chuli

**信息处理**　information processing　对观测所获得的数据进行加工和处理，使其变为有用信息和知识的过程。信息处理过程包括两个步骤，首先是对主客观世界（统称对象）通过观察、感知和测量所产生的原始数据（包括数、文、声、图、像等形式）进行人工或计算机的系统加工和处理，以形成有利于传递、储存、播放和进一步利用的有序化、结构化、规范化的信息，包括对齐、变换、计算、过滤、分类、标注和上下文关联等操作。这一将数据转化为信息的过程是信息处理的第一步，称之为数据处理。第二步是对各种信息集合进行有目的的关联、建模、比较、分析、判断、推理、计算等操作，以形成有利于理解与解释对象的动静态构成与行为和解决特定领域问题的知识，如对象的跟踪与识别、态势的分析与评估、威胁的判断与对策及辅助决策等，这一将信息转化为知识的过程是信息处理的第二步，有的称为认知处理。计算机化的信息处理是指挥自动化的基础，分布和渗透于指挥、控制、通信和情报（$C^3I$）的各个环节和全过程，从而将 $C^3I$ 发展成 $C^4I$（指挥、控制、计算机、通信和情报）。认知处理是当前信息处理的重点，包括数据融合（data fusion）和数据挖掘（data mining），前者主要是多源信息的相关与综合，实现对客观世界和物理过程的演绎式（deduction）的推理和认知；后者主要通过对数据仓库（data warehouse）中的大量数据进行清理、筛选、变换与分析，提出存在的模式、模型和模板、发现前所未知的共同规律，用以掌握现实与预测未来。这是一种假设—归纳（abduction-induction）式的客观世界认知。这两种自动化的认知技术，包括两者的复合，为从信息化战场的无尽信息与数据资源中鲁棒地探测与发现知识，主宰作战与信息空间的晓知（awareness）和知识，形成信息优势、决策优势和全谱优势，提供强有力的保证。

（撰写：童志鹏）

xinxi chuandi

**信息传递**　information transfer　又称信息传输、信息传送。它是指信息从一个终端设备或从一个地点传送到另一个终端设备或另一个地点的过程。信息传递一般包括信息发送、传输、交换和接收等环节。信息在空间中的传递称为通信，传输媒体有电磁波、传输线、光纤等。信息传递是信息利用必经的环节。信息传递应具有可靠性和安全性。通过信息传递，通信、广播、雷达、导航、敌我识别、电子对抗、指挥控制等才有可能实现。（撰写：鲍绵福　审订：黄史坚）

xinxi cunchu

**信息存储**　information storage　一般指在计算机操作系统的控制下，将信息放入存储器中的过程。在几千年的人类文明史中，信息的存储介质经历了漫长的路程。由开始时的甲骨、竹简、缣帛到后来的纸张和现在的电子型存储，这些信息载体都曾经起过或正在起着重要作用，但随着计算机技术的飞速发展，新兴信息载体，如光盘、新型半导体、光电、铁电和磁性存储器的崛起，正充分显示出它们的优越性。这些新兴载体和信息存储方式正为信息的传播与利用起着重要的推动作用。　（撰写：鲍绵福　审订：黄史坚）

xinxi fushe

**信息辐射**　information radiation　信息在处理、传输、存储过程中通过未被屏蔽隔离的电磁场被辐射到空气或导体中的过程。信息辐射使窃听成为可能。在信息系统安全设计中，信息辐射安全是一种很重要的安全要求，如屏蔽隔离、设备发射区安全隔离、红/黑隔离、电缆布线系统屏蔽等，这一切都是防止信息辐射的措施。为了有效防止信息辐射，还相应制定了有关的标准，最著名的标准是 TEMPEST 标准。

（撰写：关义章　审订：黄月江）

xinxihua zhizao

**信息化制造**　information system-based manufacturing　运用信息技术实施的制造。进入 20 世纪 80 年代，人们认为制造是一种由原材料、知识、能量物化为产品的过程。因此，制造也是一种运用信息化、数据化知识的技术过程，信息化制造就是在制造过程中运用信息的一种作业技术的方式或行为。如 CAD、CAPP、CAT、CAM、PDM、ERP 等以及它们的组合。它的起始点是制造的信息运用计算机实行电子化；基于制造信息的电子化，其后的一切运用、操作都具备了电子、光电子技术的优势，特别是其“自动化”、“高密”、“高速”、“可通信”等在时间、空间压缩效应方面的优势。使用计算机软件对电子信息进行逻辑操作，以完成所要做的作业；利用通信可实现计算机之间、计算机与外部设备（打印机、绘图机、计算机数字控制制造设备等）之间的联合（联网）作业，突破了单机、地域的局限，使制造进入了柔性自动化、无纸化、集成化、并行化、异地化等划时代的新纪元。　（撰写：周志春　审订：张为民　李怀霞）

xinxihua zuozhan pingtai

**信息化作战平台**　operations platform based on information and information systems　信息化武器及其载体的总称。它包括信息化的坦克与装甲车、火炮与导弹发射装置、飞机以及直升机、舰艇等作战平台。信息化作战平台具有相互之间以及与指挥系统进行通信联络的数据链，以便于相互构通信息，反映战场态势，接受作战命令；具有雷达、光电等传感器，用以探测敌方目标，为及时、精确的火力打击提供目标

信息；具有侦察、干扰和敌我识别设备，用以增强平台的自卫能力和识别能力；具有导航定位设备，为平台提供位置和时间信息。总之，作战平台信息化之后，大大提高了武器平台的攻防能力。目前信息化作战平台正在向一体化、综合化、隐身化的方向发展。（撰写：崔德勋 审订：黄史坚）

xinxi jichu sheshi

**信息基础设施** information infrastructure (II) 美国首先提出的信息基础设施为用户提供广泛和大量信息，是集通信网、计算机、软件、数据库、安全服务等为一体的无缝网络。它包括5个基本要素：(1) 用于传输、存储、处理和显示话音、数据和图像的各种物理设施，如计算机、扫描仪、电话、传真机、交换机、摄像机、卫星、电视机、监视器、打印机等；(2) 信息资源，如各种数据库、视频节目、录音录像带、文档库及其他媒体等；(3) 使用户存取、处理、组织和消化大量信息的应用程序和软件；(4) 促进网络间互联、互操作性并保障信息和网络安全的网络标准和协议；(5) 提供信息、开发应用程序和服务、构建设施并对他人进行培训的人员。信息基础设施分三种：国防信息基础设施(DII)、国家信息基础设施(NII)以及全球信息基础设施(GII)。DII是为国防部用户特别是作战人员提供的信息基础设施。NII又被称为信息高速公路(highway)，它是一种能改变人们生活、学习、工作以及与他人交流方式的民用信息基础设施，是GII的组成部分。NII的概念已发展成包括为美国公民、商业和政府服务的所有通信和信息处理网络。GII则是全球范围的信息高速公路。（撰写：纪卫华 审订：刘 兴）

xinxi jiegou

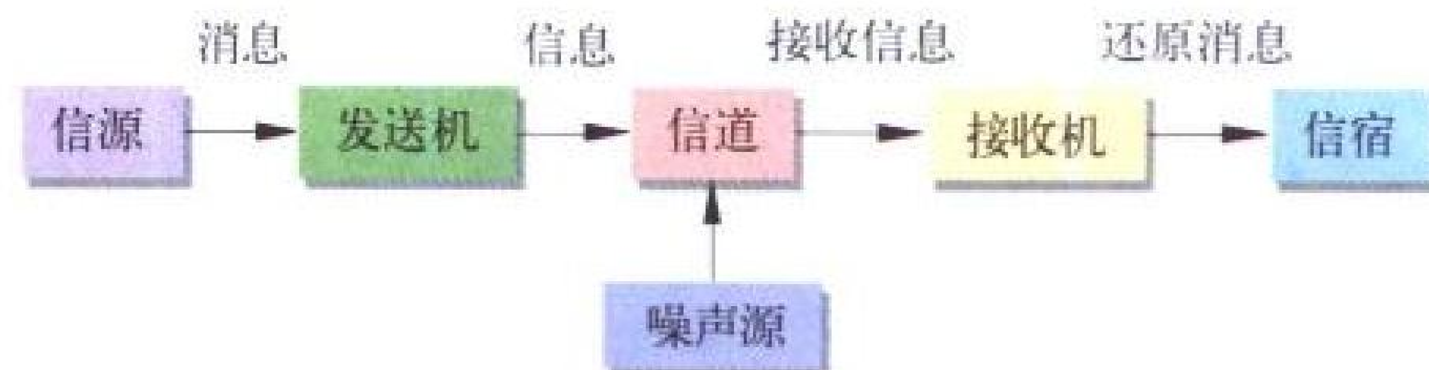
**信息结构** infostructure 美国国防部为保证信息优势而提出建立的信息基础结构。美国国防部长在2001财政年度国防报告中，提出美国国防部所设想的信息结构是固有安全无缝的、并能支持提高合成、联合及与盟国互操作性、尽量使用商用技术和适应改进。信息结构方案包含下述内容：(1) 全球信息格栅网(GIN，参见全球信息格栅网)；(2) 全球指挥控制系统(GCCS，参见全球指挥控制系统)；(3) 频谱管理；(4) 全球作战支持系统(GCSS，参见全球作战支持系统)；(5) 国防信息系统网(DISN，参见国防信息系统网)；(6) 国防文电系统(DMS)；(7) 联合互操作试验指挥部(JITC)等。

（撰写：赵宗贵 审订：刘 兴）

xinxilun

**信息论** information theory 研究信息系统设计的数学规律的理论。它是概率论、随机过程与信息技术相结合的学科，主要研究系统的有效性和可靠性。在信息论的理论研究中，把各种信息系统概括为统一的模型。简化的信息系统模型见图。信源消息的形式是多种多样的，如波形、字符、文字、声音、数据、音乐、图像等，可以视为符号序列。发送机将消息变换成适于信道传送的信息。信息在传送过程中总会受到各种干扰和损害，以噪声源来表示。接收机将信息还原为消息，但信宿收到的消息可能出现失真、错误或丢失。

信息论学科的主要内容包括：(1) 信息的度量和定量。信源的信息量以信息熵来表示，它是信源不定度的量度。信息序列相关性越强，平均信息量越小。(2) 信源编码。所产生的符号序列编码在接收端要求传输时间短、存储空间小、译码正确、效率高。(3) 信息传输和信道容量。如果传输信息率小于信道容量则总存在一种编码在接收机实现零差错。(4) 纠错编码。信道编码器和译码器力求自动地发现或纠正在信道中传错的码元。(5) 信息率—失真理论。允许的失真度越大，所需要的信息率越低。对应一定失真度存在信息率—失真函数。(6) 检测与估计。研究如何从混有噪声的信号中检测消息，从而得出最佳接收机设计原理的理论。




信息系统的模型

广义通信不仅包括电信、广播和电视的传输，也包含如雷达，声呐的自发、自收，中间经过目标反射的信息及人与机器、机器与机器之间的通信，以及人接收自然界的信息如射电天文、地震观察信息等。

（撰写：冯世章 审订：邱荣钦）

xinxi shouji

**信息收集** information collection 又称信息采集、信息获取。即从信息源以人工或技术手段感知(sensor, perception)、录取、存储和处理信息并以规定的视听形式(数、图、文、像、声、多媒体等)，提供用户应用的过程。信息收集是战场信息准备(ISB)的核心，包括获得有关战场的敌、我(友)环境的信息。关于敌人的信息和知识统称为情报，一般通过观察、调查、分析或理解而获得，其成果统为战场晓知(awareness)。根据情报源的公开性与封闭性，可分为：(1) 公开情报(OSINT)，用人工和技术手段获得；(2) 人员情报(HUMINT)，用人工手段获取的封闭情报；(3) 成像情报(IMINT)，对地面目标的空中和太空成像以及地面的静态与视频成像；(4) 信号情报(SIGINT)，包括电子情报(ELINT)、通信情报(COMINT)、外国仪表信号情报(FISINT)，如遥测、信标、视频链路信号等；(5) 网络情报(NETINT)，网络分析、监视、文电截取、流量分析、计算机侵入、渗入和利用；(6) 测量和信号、情报(MASINT)，一般是通过空中和太空遥感分析反射和辐射信号的多光谱、超光谱和微波特性等，以了解对象性质，供目标识别、分类之用。(3)～(6) 四类情报都属于封闭情报，并且只能通过技术手段获得。

通过感知获得的信息必须数码化、结构化以形成计算机化数据库，然后根据用户的要求，通过演绎、融合处理，按规定格式向武器系统提供战术性动态可视化数据(实时、秒级)、态势性晓知数据(分、时级)，向指挥员和决策者提供文件报告，如战略性，非经常、长期性评估与预测(年、月)或战役性经常性状态报告(周、日)等。以上过程由于须应付大容量的源数据和宽范围的应用对象与输出格式，必须采用自动化和半自动化的计算机/人机处理工具，如交互搜索检索工具、结构化判断工具、建模与仿真工具、协同分析工具、可视化数据工具等以提高效率与质量。（撰写：童志鹏）

xinxi xitong anquan gongcheng

**信息系统安全工程** information system security engineering (ISSE) 确保信息系统采取的安全措施能够满足用户安全需求的一套实施、评价、验证、管理体系。信息系统安全工程的主要目的是风险管理，也就是在明确信息系统安全风

险的前提下，通过系统化地实施各类安全措施，使系统的安全风险降到最低或得到有效控制。

（撰写：张建军　审订：黄月江）

xinxi xitong anquan loudong

**信息系统安全漏洞**　information system security vulnerability　存在于信息系统之中的设计、实现和配置的安全缺陷（或错误）。这些缺陷（或错误）可能被他人所利用，导致对信息系统安全的威胁。信息系统安全漏洞可能来自系统中所选择产品自身所拥有的设计、实现漏洞，也可能来自系统自身设计、规划和实施方面的缺陷，或者是系统在运行过程中的各类配置漏洞。产品的设计和实现中的漏洞可以利用漏洞库的方式通知用户进行弥补。配置漏洞是安全漏洞中比例最大的漏洞，同时也是最容易弥补的漏洞。任何信息产品（尤其是软件产品）都不能保证一定没有漏洞。发现和弥补漏洞是信息系统日常安全工作的主要内容。

（撰写：张建军　审订：黄月江）

xinxi xitong anquan pingce renzheng

**信息系统安全评测认证**　information system security evaluation and certification　信息系统或产品的安全测试和检查过程，通过该过程，检验系统（或产品）是否提供其所宣称的安全功能，所提供的安全功能是否达到所宣称的安全强度。信息系统安全评测认证往往由中立方进行，回避任何与被评测认证对象相关的人员。评测认证可以发生在系统设计和实现的各个阶段，即：既可以对最终系统进行评测认证，也可以对系统的方案进行评测认证。信息系统安全评测认证是依据相应的评测标准由相应的评测认证机构进行。评测认证机构可以是国家政府设立的中立机构，也可以是产业界组织的中立机构。　（撰写：张建军　审订：黄月江）

xinxi youshi

**信息优势**　information superiority　及时地收集、处理、防护和分发可信准确信息的能力，同时阻止敌方具有这种能力。这一概念是美国国防部长在2001财政年度国防报告中提出的。美国国防部长在2000财政年度国防报告中指出获取优势的最重要的要素是C⁴ISR系统、信息战和信息管理（首席信息官多方面的作用）。信息优势将是未来战争中争夺的制高点，在战争中起着决定性的作用。美国参谋长联席会议主席在2010年联合设想和2020年联合设想中提出的四种联合作战新概念（主导机动、精确交战、全维防护和集中后勤）的基础就是信息优势。　（撰写：刘兴　审订：彭永录）

xinxizhan

**信息战**　information operations　影响敌方信息和信息系统，同时保护己方的信息和信息系统的行动。美国国防部1996年12月9日S-3600.1指令提出的比信息作战（information warfare）范围更广的概念。信息作战只限制在冲突过程中的信息攻击和信息防卫行动，而信息战包括平时和战时的信息攻击和信息防御行动。信息战可分为进攻型信息战和防卫型信息战，信息战还可分为战略信息战和战役战术信息战。美国国防部长2000财政年度国防报告提出了信息战的7个要素：心理战、军事欺骗、电子战、物理攻击、信息保证、计算机网络攻击和军事安全。

（撰写：刘兴　审订：彭永录）

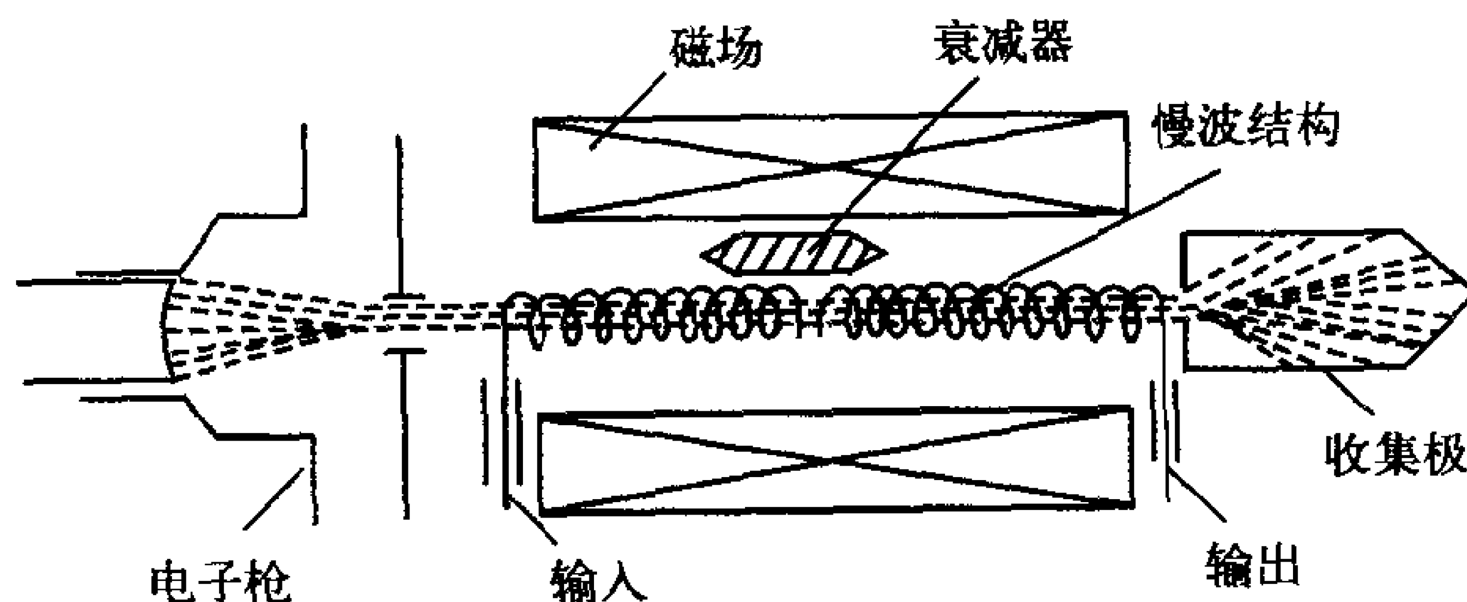
xingjian lianlu

**星间链路**　inter-satellite link　卫星与卫星间的数据传输通道。用于遥测、遥控指令、遥感等科学和工程数据的传输。星间链路使用微波、毫米波和激光传输．微波和毫米波传输速率受到一定限制，最高数据速率低于1 Gb/s。为传输更高速率的数据，只有采用激光进行传输，激光的工作频率可以高于微波4或5个数量级，可以得到高达数吉兆比特每秒的数据传输速率。要实现空间激光传输，必须解决其捕捉、跟踪和瞄准等关键技术问题。星间链路的建立是实现卫星组网的必要条件。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

xingboguan

**行波管**　travelling wave tube (TWT)　一种宽频带高增益微波放大器。其输出功率视具体管型而定，低者可仅有数毫瓦、而高者可达数百千瓦甚至数兆瓦。行波管（见图）主要由




行波管结构示意图

五部分构成：(1) 电子枪。作用是产生一个具有所需尺寸和电流的电子束。并加速到比在慢波结构上行进的电磁波相速稍快一些。(2) 磁聚焦系统。用以克服电子之间的斥力，使电子注在穿越慢波结构的整个途径上维持所需的尺寸和形状。(3) 慢波结构。它的作用是使电磁波的相速降低至略慢于电子运动速度。以保证电子和电磁波可以有较长时间的互作用，确保由于两者互作用形成的电子群聚中心落入电磁波的减速场区，电子不断把能量交给电磁波而实现放大。使用不同类型的慢波结构，可使行波管具有不同的特点，满足不同的应用需求。(4) 输入输出装置。这是被放大信号的入口和出口。常用的有同轴和波导两类。(5) 收集极。用来收集已经和电磁场交换完毕能量的电子。为了提高效率，现在常用多级降压收集极，分选各类作用完、速度不同的电子。由于行波管具有工作频带宽、增益高、稳定性好等许多优点，已被广泛用于雷达、电子对抗、卫星通信和卫星广播中。行波管的主要参数有：(1) 工作频带，指在不作任何调整的条件下可满足指定参数要求的频率范围。(2) 输出功率，在工作频带内符合规定条件的输出功率。例如：饱和输出功率、增益压缩1 dB输出功率等。(3) 增益，在工作频带内满足一定条件的输出功率与输入功率之比。一般对其取对数后用dB计算。常用的有线性增益、饱和增益和额定功率增益。除此之外，行波管还有许多副特性，如三阶交调、过饱和特性、调幅调相转换、增益波动和增益斜率等。　（撰写：邹显平　审订：廖复疆）

xingboguan de jujiao xitong

**行波管的聚焦系统**　focussing system for TWT　行波管中电子注要穿过很长的慢波结构，为了保证电子注不因为电子间相互的斥力而散开，需要一个聚焦系统来抵消其斥力。历

史上曾出现利用电场和磁场两种聚焦系统，前者由于稳定性较差已不使用，因此目前行波管均采用磁聚焦系统。根据阴极上是否有磁力线通过，磁聚焦系统可以分为三类：(1) 布里渊聚焦，此时阴极上磁力线数为零，即是完全磁屏蔽的。此时所需的均匀磁场强度为

$$B_b = 833 I_0^{1/2} / (r_0 V_0^{1/4})$$

式中 $B_b$ 为布里渊磁场强度(高斯)；$r_0$ 为电子注半径(cm)；$I_0$ 为电子注电流(A)；$V_0$ 为电子注电压(V)。在行波管中实际使用时考虑到高频散焦和电子枪的阳孔效应造成的电子注不是平行入射。需要将 $B_b$ 加大 1.6 倍左右。(2) 部分屏蔽电子枪，此时聚焦所需的轴向磁感应强度 $B_Z$ 和 $B_b$ 间有如下关系

$$B_Z^2 = B_b^2 + B_k^2 r_k^4 / r_0^4$$

式中 $B_k$ 为阴极处的磁感应强度；$r_k$ 和 $r_0$ 分别为阴极半径和电子注半径。(3) 暴力聚焦。此时阴极上的磁场和轴上的聚焦磁场相等，电子沿磁力线运动。聚焦磁场强度越强越好。产生聚焦磁场的方法可以有下列几种：(1) 线包聚焦。利用线包产生均匀磁场聚焦。其优点是磁场均匀，场强可调；缺点是体积大，需要大电流直流电源，现仅用于有特殊要求场合。(2) 永磁聚焦。利用永久磁铁产生的均匀磁场进行聚焦。可以省去大电流直流电源。但体积大，重量重。且杂散场不易屏蔽，只用在长度较短的行波管中。(3) 单倒向场聚焦。为了解决永磁聚焦在长度增加时，体积重量迅速增加的缺点，将整个磁场分成两段，并使其极性正好相反。由于聚焦的效果仅和 $B^2$ 有关，因此倒向不会影响聚焦效果，却可缩短每段磁钢的长度而减小体积和杂散场。(4) 周期永磁聚焦。这种系统所需体积重量最小，杂散场也最小，因此广泛用于行波管中。

（撰写：邬显平　审订：廖复疆）

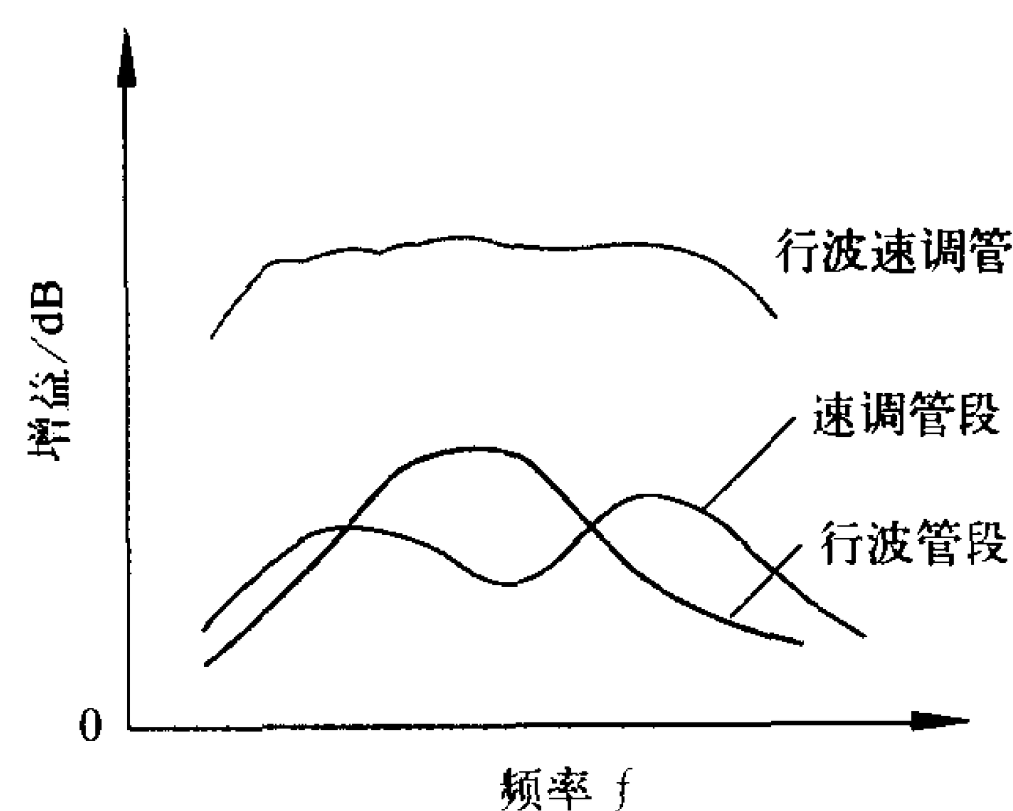
xingboguan fasheji

**行波管发射机** traveling-wave tube (TWT) transmitter 在输出级使用功率行波管的放大链发射机，主要用于输出功率 300 kW 以下(单管)的脉冲雷达中。行波管的突出优点是工作频带宽，随着制管技术的不断进步，功率行波管已具有中等带宽、高增益、高纯频谱和适应现代雷达复杂波形工作的能力，而且转换效率提高到 40%(两级降压收集极)，在机载多功能脉冲多普勒火控雷达中行波管发射机获得广泛应用。环杆型行波管和耦合腔行波管分别适用于超高频到 S 波段和从 S 波段到毫米波段的雷达发射机。双模和可编程的行波管进一步推动着机载火控雷达性能的改进。螺旋线行波管历来只用作超宽带的小功率放大器。20 世纪 80 年代末法国研制出硬钎焊螺旋线行波管 (brazed helix TWT)，在 C 到 Ku 波段的输出功率为 30～10 kW、工作比 0.4，并保持超宽带特性，在今后的现代机载雷达中可能发挥作用。

（撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍）

xingbo sutiaoguan

**行波速调管** twystron 多腔速调管的一种，是将多腔速调管的输出腔用一段慢波结构来替换的复合型速调管。它的群聚段仍是由多个谐振腔组成的“速调管段”——电子注与微波驻波场作用，具有高增益特点。采用参差调谐方法增宽带宽。而输出部分是由一段慢波结构组成的“行波管段”——电子注与微波行波场互作用，具有宽频带特点，因而行波速调管结合了速调管的高增益和行波管的宽频带的优点，如图所示为行波速调管的增益—频率响应特性曲线。这种管子制成高功率电平管，在兆瓦级功率电平下，能做到比速调管的频带宽，比行波管效率高。多用作抗干扰及高分辨力雷达发射机的末级功率放大管。




行波速调管增益—频率响应曲线

（撰写：李泽普　审订：廖复疆）

XML yuyan

**XML 语言** extensible markup language 又称可扩展标记语言，是一种基于文本的用于对信息进行自我描述的新语言，它描述一类被称为 XML 文档的数据对象，并部分描述处理这些数据对象的计算机程序的行为。XML 语言是由万维网联盟 W3C 在1996 年主持开发的，1998 年 2 月公布了 XML 1.0 版标准。设计 XML 的重要意图是定义因特网上交换数据的标准。设计原则是对标准通用标记语言 SGML 作必要的增删和适当的简化，以免除 SGML 的繁琐但仍能保持其威力，可适应因特网技术飞速发展而出现的 Web 文件复杂化、多样化和智能化特征，以便在 Web 上能以现有超文本标记语言 HTML 的使用方式提供、接收和处理通用的 SGML。XML 继承了 SGML 的可扩展性、高度结构化和可校验性的优点，吸纳了 HTML 的简单、通用和便于网络传输的长处，突破了 HTML 具有固定的标记集合的限制，克服了 HTML 只注重文档内容的表现形式而不能描述信息本身含义的缺陷。它能解决一些在 HTML 限制下无法完成的网上数据操作任务，如异种数据库之间的信息传递和集成，在客户端为不同用户建立同一数据的个性化和风格化界面等。XML 也是一种元置标语言。利用 XML 包含的一组基本规则或标准，用户可以根据需要定义数量不限的标记，创建针对特定应用领域的标记语言。XML 有 3 个要素：(1) 文档类型定义 DTD 或模式 (schema)，可定义文档中的元素、元素的属性及属性间的关系；(2) 可扩展样式语言 XSL，用于规定 XML 文档的呈现样式，实现结构化数据与用户界面的分离；(3) 可扩展链接语言 XLL，进一步描述在源和目标这类资源间的双向链接、多目标链接、扩展链接和文档间链接等，这类链接不受文档制约，完全按用户要求来指定和管理。建立一个 XML 应用通常需遵循：选择或编写一个 DTD 或 Schema、生成 XML 文档、解析 XML 文档、显示 XML 文档等 4 个主要步骤。XML 赋予 Web 数据的结构性、智能性和互操作性，将促进相关的 Web 数据技术的全面革新和进步。XML 已经成为第二代网页发布语言而得到广泛使用。

（撰写：余性厚　审订：瞿兆荣）

xuni cunchuqi

**虚拟存储器** virtual memory 在具有层次结构存储器的计

算机中，利用虚拟存储技术，为用户提供的一种比主存储器容量大得多的、可随机访问的、由逻辑地址空间组成的存储器。简称为虚存。这里，层次结构存储器是指由小容量的高速缓冲存储器、主存储器和大容量的低速外部存储器组成的有层次结构的存储系统。

虚拟存储技术是把外部存储器（如磁盘存储器）当作主存来使用，从而扩大了主存储器的存储空间，这个扩大了的存储空间，即为虚拟存储器。所以，虚拟存储技术是实现把主存改造成虚存的技术。程序运行时，中央处理机实际访问的存储器仍然是主存储器。主存储器和外部存储器称为实际存储器，简称实存。实存的地址称为实地址或物理地址。虚存的地址称为虚地址或逻辑地址。虚拟存储技术的关键是虚实地址的转换，这是由操作系统在硬件的配合下实现的。一般把整个存储空间划分为若干段，每个段划分成若干页（如1024或2048字节为一页）。所以虚拟存储器就有段式虚拟存储器、页式虚拟存储器和段页式虚拟存储器之分。虚拟存储器不仅是一种扩大主存容量、解决存储容量和存取速度矛盾的一种有效措施，而且是管理存储设备的有效办法。在现代计算机中，虚拟存储器已得到广泛的应用。

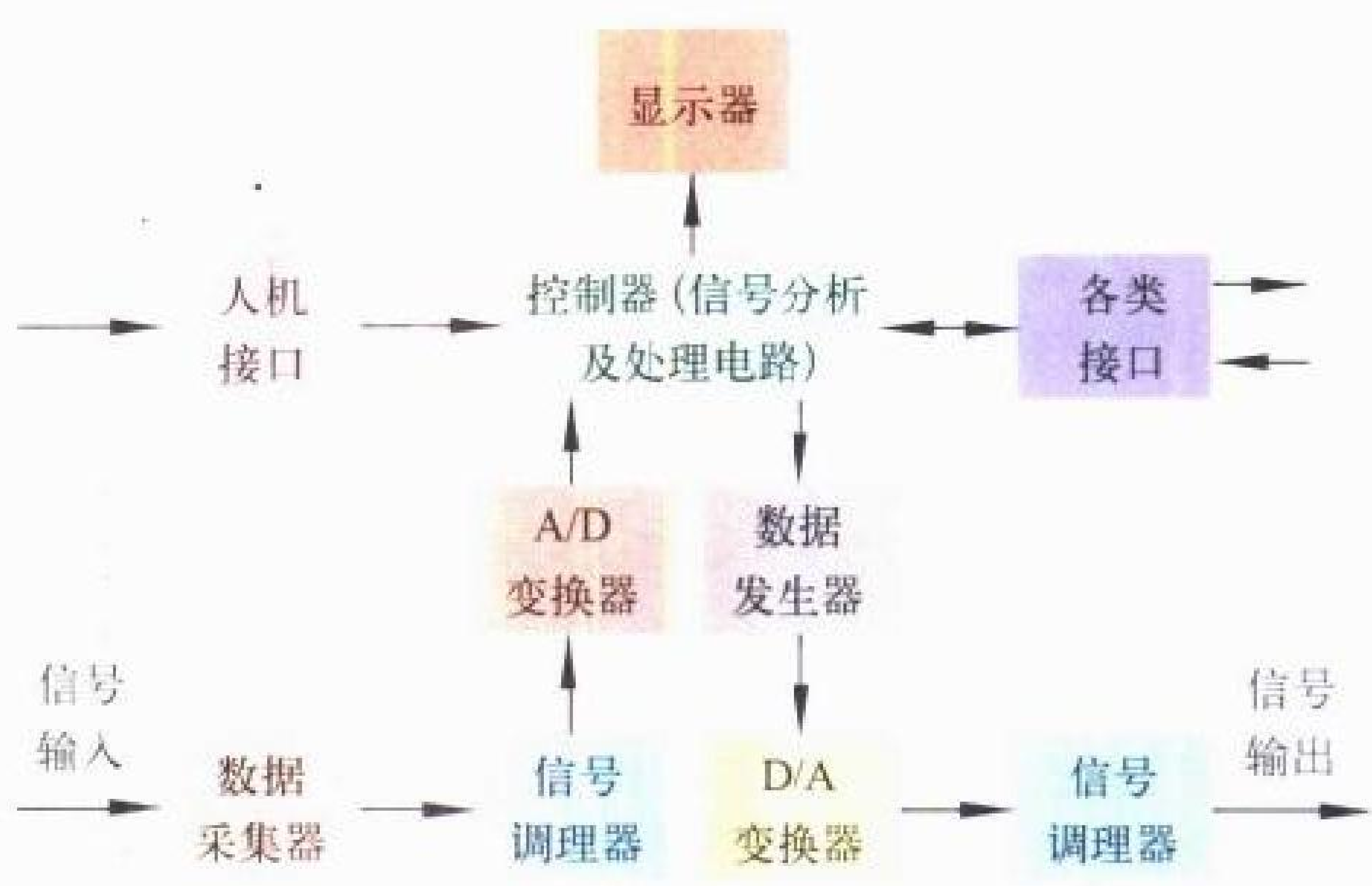
（撰写：张学孝　审订：张金荣）

xuni xianshi jishu

**虚拟现实技术**　virtual reality technology　又称拟实技术，是一种高逼真度地模拟人在虚拟环境中视觉、听觉、动感等行为的人机界面技术。这种人机界面形式，能够为用户提供一种身临其境的感受，用户通过视觉、听觉、动感等多感通道，进行人机会话，因而能为用户提供最佳人机交互方式。虚拟现实是计算机建立的虚拟环境，因而可以根据大量图形、文字、声音、视频等媒体信息，由计算机（图形工作站或全息投影）建立虚拟空间环境的战场态势。这种虚拟战场空间也可在用户的头盔显示器左右两边显示场景，再由用户大脑将其合成，形成立体视觉感受。场景中的声感，是根据听觉对空间目标定向及远近定位，由用户双耳协同工作而获得准确判定，因此该项技术具有沉浸感。此外，由于用户不仅戴有头盔显示器，用户手上套有数据手套，用户在拟实空间环境中，可以摸到物体，并且通过特殊设备，让手上感受触摸物体或者抓握物体的反馈信息和声音，因而比传统的人机交互方式，更具有交互感。分布式的虚拟现实技术，是在单一用户基础上发展起来的，它接近于群体投身于某一作业环境，如某航空兵师群体投入战场环境，由于分布式系统是将各用户连接在一起，共享同一个虚拟空间资源，与各自采用自己的交互手段有所区别。（撰写：王刚元　审订：刘　兴）

xuni yiqi

**虚拟仪器**　virtual instrument　又称拟实仪器，它是以个人计算机为基础，将配置在计算机内的硬件插卡作为信号输入/输出的接口，利用软件在计算机屏幕上虚拟出仪器的面板，实现测试功能的仪器。虚拟仪器将测试技术与计算机技术结合起来，各种仪器可共享计算机的软硬件资源，利用计算机实现传统仪器的公共部分，如显示、存储、打印及微处理器控制管理等，具有模块化、开放性及互换性好的特点，并可自定义仪器功能，体现了软件就是仪器的概念，可实现测试仪器所需的全部测试功能。虚拟仪器系统既可以作为信号检测仪使用，也可作为信号发生器使用，并可方便、经济地组建或重构自动测试系统。其结构如图所示。




虚拟仪器的一般结构框图

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）

xuni yiqi ruanjian jiegou

**虚拟仪器软件结构**　virtual instrument software architecture（VISA）　又称拟实仪器软件结构，它是位于I/O程序和应用程序之间的软件层，具有编写虚拟仪器驱动程序所公用的底层函数集。按照VISA标准，可使系统用户所写的用于VXI总线系统的应用程序，也可用于GP-IB总线或带RS232接口设备的系统中。用于内嵌式控制器VXI系统所写的应用程序，也可用于MXI或GPIB-VXI作为零槽控制器的VXI系统中。VXI的基本模块由资源管理器、用户应用程序以及VISA所定义的I/O级资源、设备级资源、用户定义资源等三个资源级组成（如图所示）。用户可以通过打开到达资源管理器的连接装置，访问资源管理函数，而用户应用程序可使用一个或多个VISA资源来完成某些任务或集合一些资源形成自己的虚拟工具。




虚拟仪器软件结构方案示意图

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）

xuni zhuanwang

**虚拟专网**　virtual private network (VPN)　又称拟实专网，是用户采用加密等安全技术，在公共物理网络（如公共电信网、因特网）上建立的非物理专用网络。该网络具有以下特点：处于虚拟专网内的用户只能在网内实现直接的网络通信；公共网络上的用户无法获得公网上传输的虚拟专网用户的任何信息，这是通过加密技术来保障的。虚拟专网技术利用公共网络的物理资源实现通信，是帮助用户降低专网建设费用（尤其是远程通信费用）的有效措施。目前广泛使用的基于TCP/IP的虚拟专网技术是IPSec技术。

（撰写：张建军　审订：黄月江）

xutonglu xutongdao

**虚通路/虚通道**　virtual channel / virtual path (VC/VP)　在分组交换网内以逻辑概念为基础建立的通路或通道。在电路交换网络中，从源端到目的端建立的是一条物理通路，而在分组交换网络中，源端到目的端建立的是逻辑通道，又称为

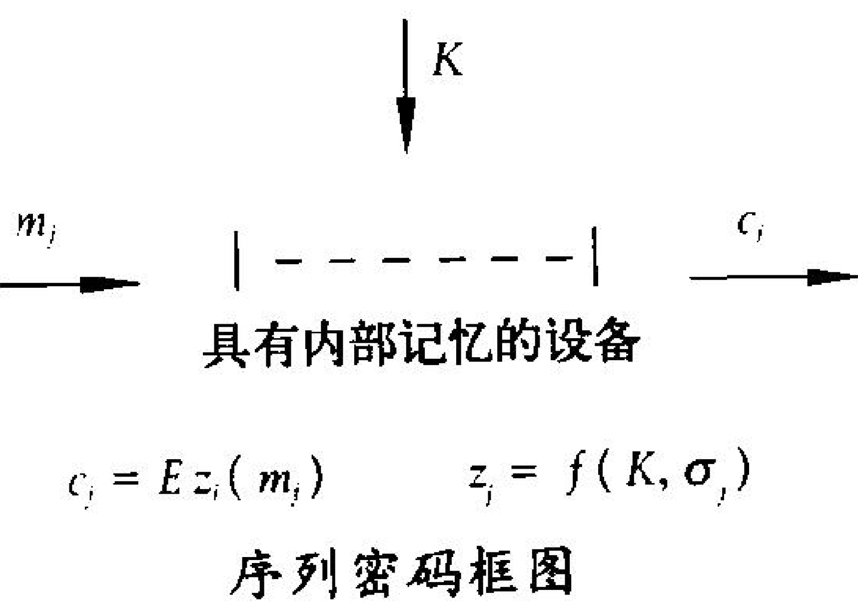
虚电路，具体地说是在交换机中设置相应的路由对照表，指明分组传输的路径，并不是像电路交换中确定具体电路或是PCM具体时隙。在ATM (asynchronous transfer mode) 网络中，存在两个层次的虚电路，一个为虚通路，另一个层次为虚通道。虚通路VC表示单向传送ATM信元的逻辑通路，它是由虚通路标识符VCI (virtual channel identifier) 来标识。虚通道VP是一组具有相同端点的虚通路的集合。引入虚通道的概念可以使网络对具有相同要求、相同方向上的传输媒体，进行成组监测、管理和控制，以应付复杂和巨大的控制和管理工作。虚通道是由虚通道标识符VPI (virtual path lidentifier) 来标识的。（撰写：虞红芳 审订：李振邦）

xuyinji qijian

**虚阴极器件** virtual cathode device (Vircator) 利用虚阴极现象产生高功率微波的装置。当强流电子束注入真空漂移波导或谐振腔时，如果束流大于空间电荷极限电流，束的位能 $e\Phi$ 将超过动能 $(1-\nu)mc^2$。该位能足以阻止束流稳态传输，并引起部分电子的反射，这一位阱即称为虚阴极。虚阴极位置与幅值的振荡，被虚阴极反射在自身位阱中的电子的相位群聚，均可产生高功率微波放射。利用此类物理机理，20世纪80年代出现了一类新型微波器件—虚阴极振荡器。虚阴极器件克服了所有其他微波器件受空间电荷极限电流的限制，具有巨大的功率潜力。同时它的结构较为简单，调谐能力强，可做成单管振荡器，也可做成放大器。虚阴极器件在定向能武器、高能粒子加速器、等离子体物理以及电子对抗、雷达等领域有重要应用前景。虚阴极器件的基础是强流电子束空间电荷的强不稳定性。理论分析较为困难，一般采用粒子模拟方法进行研究与设计。此外现有的虚阴极器件微波产生效率较低。（撰写：谢文楷 审订：廖复疆）

xulie mima

**序列密码** stream cipher 采用一种随时间变化的函数（时变函数）来对明文逐个进行加密的密码体制。时变函数的时间相关性由序列密码的内部状态所决定，每加密一个明文字符（或比特）后，其内部状态就按照某种规则进行改变（称之状态转移）。序列密码有如下特点：序列密码产生时序序列；在一个固定密钥作用下，对相同的明文字符（或比特）进行加密，并不必然得到相同的密文字符（或比特），因此，可将序列密码看作是一种“具有内部记忆的设备”，如图所示。图中 $K$ 是密钥，$\sigma_j$ 是第 $j$ 时间的内部状态，时变函数 $z_j$ 是 $K$ 和 $\sigma_j$ 的函数，$E$ 表示加密运算，$m_j$ 是第 $j$ 个明文字符，$c_j$ 是第 $j$ 个密文字符。通常，最常用的也是最简单的加密运算就是模二加运算（亦称异或运算），即




序列密码框图

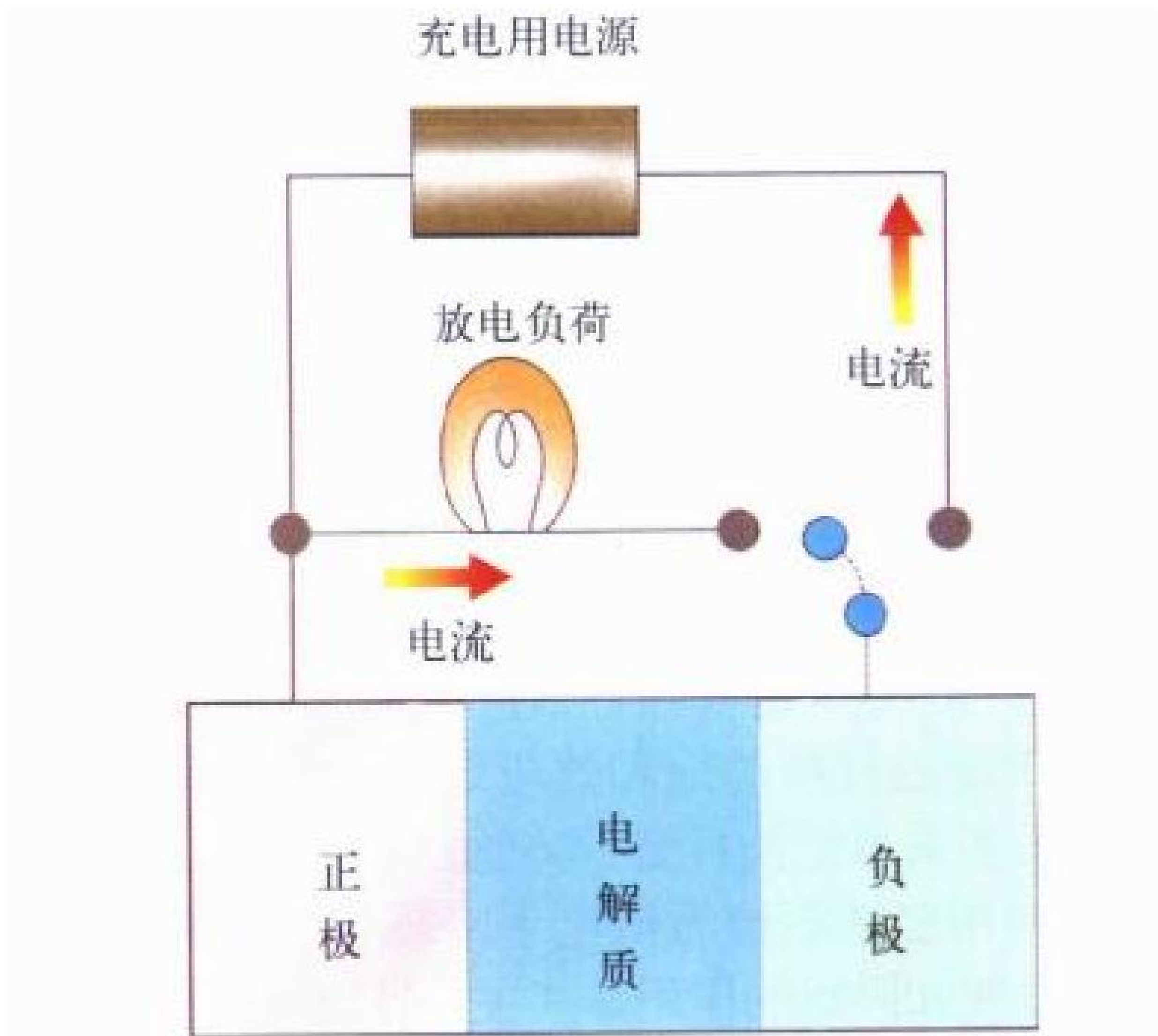
$$m_j = c_j \oplus z_j$$

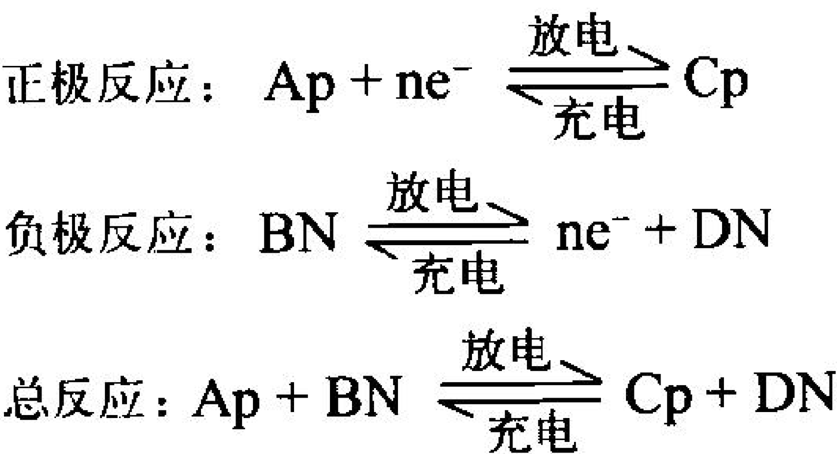
$$c_j = m_j \oplus z_j$$

（撰写：朱甫臣 审订：黄月江）

xudianchi

**蓄电池** storage battery 又称二次电池 (secondary battery)。可以反复充放电的电池。在蓄电池使用过程中，由于电池反应是可逆的，因此放电结束后，外加上适当的充电电源为其充电，便可使电池恢复到原先的状态，从而可继续向负载供电，其工作原理如图所示。对于蓄电池而言，除了用放电曲线描述蓄电池的放电特性之外，还需要用充电曲线来描述蓄电池的充电特性。而充电特性和充放电循环寿命则是蓄电池的重要技术参数。由于蓄电池可以反复使用，因此可以大大降低使用成本。它适用于车辆、飞机、轮船等启动、照明和应急电源，也适用于卫星、鱼雷、鱼雷诱饵、野战通信等的电源。（撰写：汪继强 审订：宋海德）




蓄电池的充、放电原理图

xuanbian bianyaqi

**旋变变压器** revolve transformer 一种交流信号电机。旋变变压器是采用二相激磁，二相激磁电压有效值分别按正、余弦函数变化，这一激磁电压信号一般来自于旋变发送机。旋变变压器的单相输出电压信号与激磁电压和转角成一定的函数关系，在角度传递系统中作为接收方。例如在火控系统中，由其接收探测系统传递的角度信号，用以控制火炮对准目标。（撰写：何松波 审订：鲁华）

xuanbian fasongji

**旋变发送机** revolve transmitter 一种交流信号电机。旋变发送机单相激磁、二相输出。一相输出电压有效值随转角成正弦变化，另一相输出电压有效值随转角成余弦变化。它可作为角度测量元件和数据传输的发送方。作为角度测量，精度可达几个角分，属高精度测角元件。例如，用作雷达的俯仰角和方位角测量。（撰写：何松波 审订：鲁华）

xuanci cailiao

**旋磁材料** gyromagnetic materials 具有高旋磁效应的材料。旋磁效应系指铁磁物质的旋转引起磁化强度变化以及由于铁磁物质的磁化引起该物质旋转的宏观效应。前者称旋致磁化效应；后者称磁致旋转效应。微观上旋磁效应是铁磁体

中原子未抵消的电子(净)磁矩和核(净)磁矩在直流和高频磁场同时作用下引起的旋进运动。该效应出现在微波频段，此时金属磁性材料由于电阻率低，趋肤效应严重，导致涡流损耗大而无实用价值；铁氧体材料电阻率高，适宜在微波频率下工作。因此实用的旋磁材料主要是铁氧体，亦称微波铁氧体。主要有尖晶石、石榴石、磁铅石(六角晶系)三种，单晶和多晶两类。微波铁氧体可制作环行器、隔离器等多晶器件及 YIG 调谐振荡器、滤波器等单晶器件。

(撰写：余声明 审订：沈能珏)

xuanci gonglü xianfuqi

**旋磁功率限幅器** gyromagnetic power limiter 至少含有一个旋磁器件的功率限幅器，其工作原理是基于器件内的非线性饱和效应，即不同的非线性效应可构成不同限幅电平的限幅器。利用旋磁材料的饱和效应等非线性效应制成的限幅器，一般大多采用钇铁石榴石类型的单晶铁氧体小球作谐振子。例如利用钇铁石榴石低电平限幅特性制成的磁调限幅器，兼有滤波和限幅的作用，其主要特点是限幅作用对频率有选择性。 (撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

xuanci lüboqi

**旋磁滤波器** gyromagnetic filter 至少含有一个旋磁共(谐)振子的滤波器。工作在铁磁共振频率下的强磁体，其共振频率可借改变恒稳磁场而改变，利用这种现象制成的滤波器，叫做旋磁滤波器。一般采用钇铁石榴石类型的单晶小球或圆盘等作谐振器。其主要特点是可制成线性磁调谐和非互易性的滤波器。磁场的改变往往用改变电流的方式来实现，因此除有时称为磁调滤波器外，也称为电调滤波器。这种器件体积小，适于集成化。旋磁滤波器主要用于军用微波通信、电子对抗系统和扫频仪、频谱分析仪等各种精密仪器中作频率预选和强信号抑制等。

(撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

xuanci zhendangqi

**旋磁振荡器** gyromagnetic oscillator 用半导体管作振荡器源，用旋磁铁氧体单晶小球作谐振子的有源微波铁氧体器件。这种器件具有调谐频率范围宽、调谐速度快、调谐线性度好、频谱纯度好、寿命长、体积小、供电方式简单、便于整机安装等优点。主要作为主振荡源用于电子侦察设备、电子干扰设备、微波通信和频谱分析仪、频率合成器、扫频仪等各种微波系统和微波测量仪器中。

(撰写：李克文 万飞 审订：刘剑)

xuanzhuan bianyaqixing zhoujiao bianmaqi

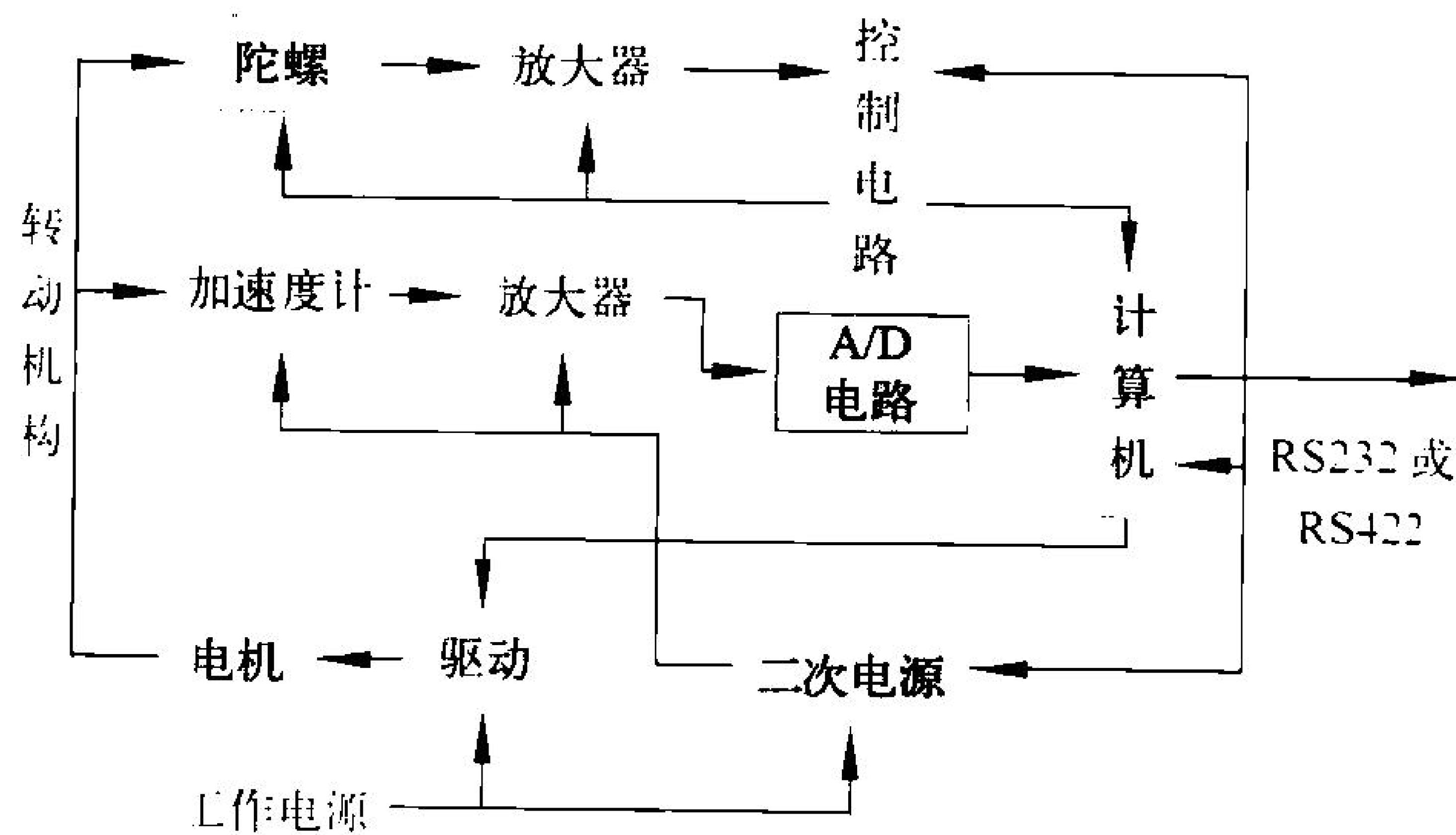
**旋转变压器型轴角编码器** revolve shaft encoder 将旋转变压器作为角度传感器的轴角编码器。它是采用电子技术，将旋转变压器输出的模拟电压信号进行模数转换和编码，实现轴角测量和数字化输出的组件。单通道旋转变压器/轴角编码器的精度为角分级，双通道旋转变压器/轴角编码器的精度为角秒级。随着电子技术的飞速发展和计算机技术的普遍应用，各种控制系统都向数字化的方向发展，轴角编码器的应用越来越广泛，如雷达的俯仰和方位角测量、惯导系统的角度传感等 (撰写：何松波 审订：鲁华)

xuebeng guangdian erjiguan

**雪崩光电二极管** avalanche photodiode (APD) 利用吸收光产生的光电流雪崩倍增过程以探测光信号的器件。当雪崩光电二极管反向偏压接近击穿电压时，空穴—电子对与离子碰撞，产生附加空穴—电子对，因此获得信号增益。因此，它具有内增益、灵敏度高和响应速度快等特点。然而，为了使工作性能稳定，需要精确控制偏置电压。目前最常用的是 Si 雪崩光电二极管，对于高频应用的器件电倍增已达到 10～1000 倍，它们的响应波长范围从可见光至近红外 (1.06 μm)。对于波长大于 1.06 μm 的应用，常采用 Ge 或 InGaAs 雪崩光电二极管。 (撰写：王戎瑞 审订：韩建忠)

xunbeiyi

**寻北仪** north-seeker 自动指示北向的惯性系统。其主要部件包括陀螺仪、加速度计、转动机构和信号处理单元。陀螺仪测量当地地球自转角速率分量，加速度计测量陀螺安装基座的水平误差角。根据地球自转角速率分量、水平误差角和当地纬度等进行解算，得到固连于寻北仪上的参考轴与真北方向的夹角。寻北仪的基本构成如图所示。寻北仪应用广泛，主要用于远距离目标捕获、火炮瞄准、导弹发射器对准、雷达天线对准、机动雷达的目标锁定和定位等。



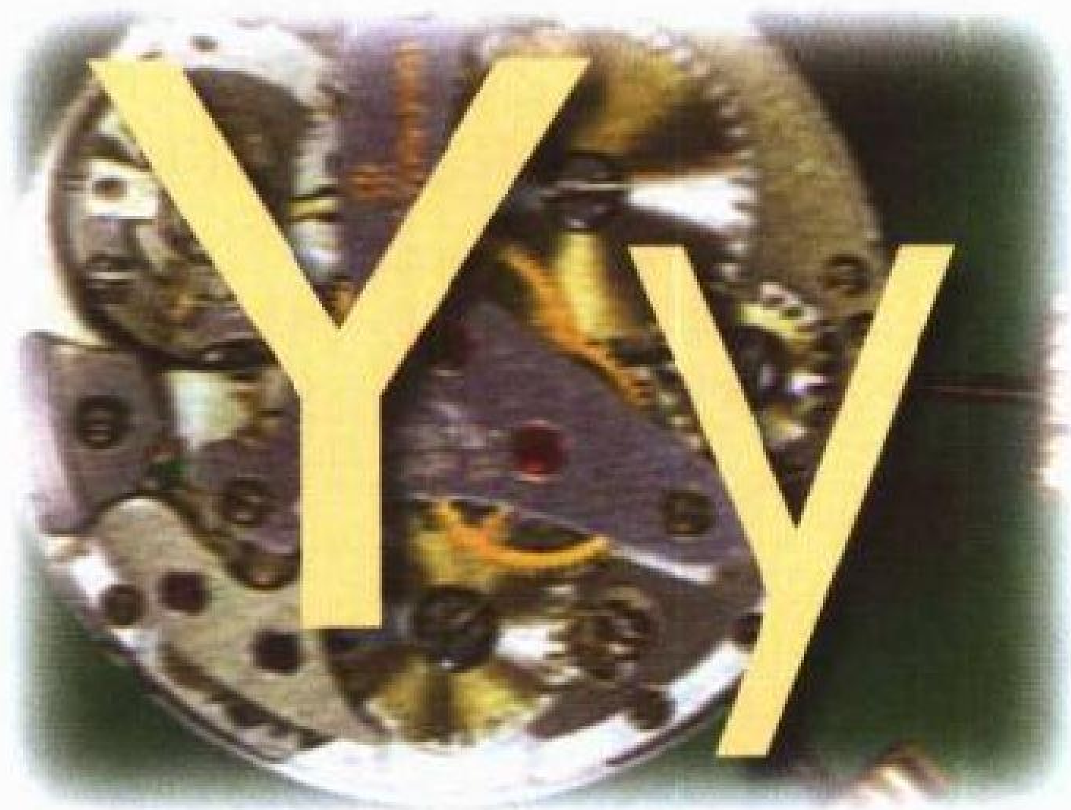

寻北仪系统框图

(撰写：吕志清 审订：胡爱民)

xunhang daodan cekong

**巡航导弹测控** tracking telemetering & command for cruise missile 对巡航导弹进行跟踪、测量和控制的技术。巡航导弹飞行高度低、试验环境复杂，且需全程实施高精度测控。一般地面测控设备由于受到地球曲率和地物遮挡影响，必须多站接力，其设备数量大，数据处理复杂。因此常采用空基测控系统，即用飞机作为测控平台，并用距离/距离变化率测量设备、高度表和惯导设备对这架飞机平台进行定位。平台上装有机载毫米波雷达和激光雷达用以测量巡航导弹相对于平台的位置。用另外辅助工作的飞机完成领航、指挥、通信和其他后勤保障工作。巡航导弹测控的发展方向是以导航星定位系统和卫星通信系统为支撑的天基测控系统。

(撰写：吴锋 审订：于基磊)

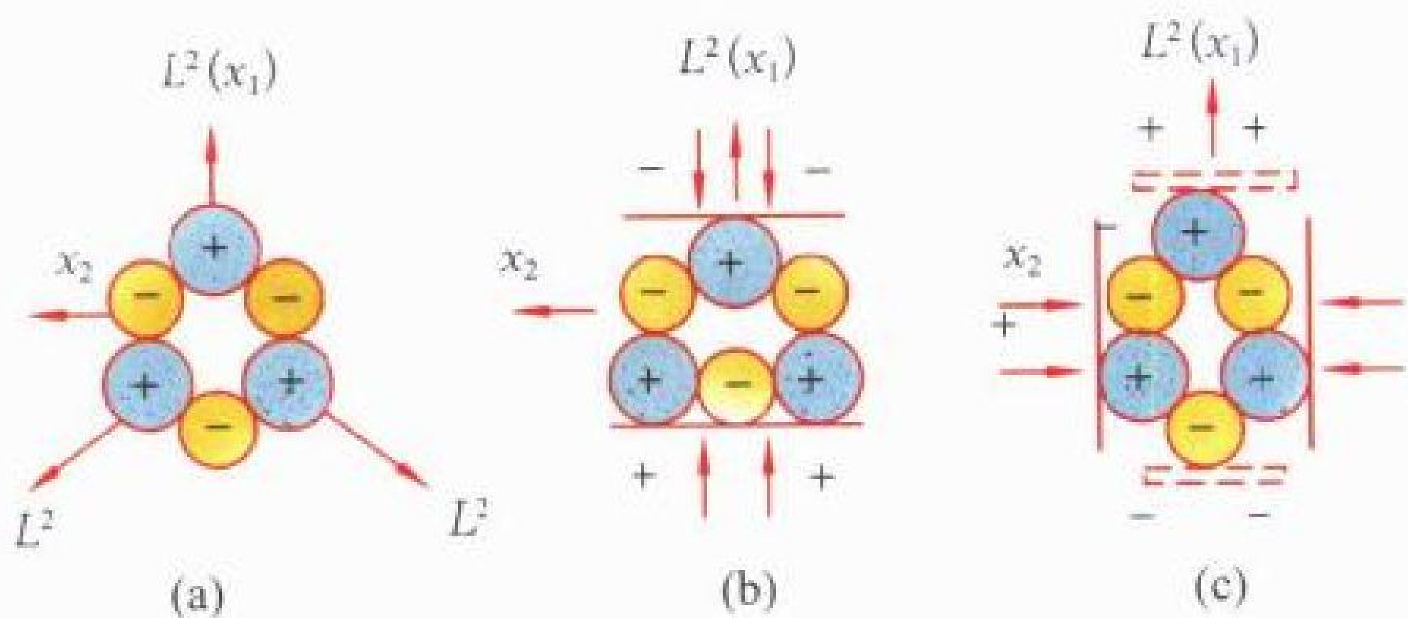



yadian bomo huannengqi

**压电薄膜换能器** piezoelectric film transducer 利用某些具有与压电晶体相似的压电特性的薄膜如 ZnO、AlN、$LiNbO_3$、CdS、ZnS、PZT 薄膜等表面镀上电极制作的电—声和声—电换能器。目前应用最多的是 ZnO 薄膜换能器，它是体声波器件的关键组成部分，多采用真空工艺如蒸发、溅射或化学气相淀积等生成。其频率响应决定薄膜的厚度，一般在厚度为该薄膜材料中声波半波长奇数倍的那些频率处谐振，其工作带宽和转换效率与该薄膜材料机电耦合系数有关，而薄膜换能器的尺寸和形状决定了辐射声波束的扩散角和形状。（撰写：母开明 审订：胡爱民）

yadian jingti cailiao

**压电晶体材料** piezoelectric crystal materials 具有压电效应的晶体材料。晶体的压电效应是由晶体的结构是否具有对称性决定的，结构上无对称中心的晶体才可能具有压电效应，即在晶体的 32 种点群中只有 20 种点群的晶体可能具有压电效应。具有压电效应的晶体在外力作用下，会引起内部正负电荷重心相对位移而产生极化，导致晶体两端出现符号相反、数量相等的束缚电荷，其电荷密度与外力成正比（正压电效应）；反之，将压电晶体置于外电场中，会引起晶体内部正负电荷中心位移，导致晶体产生形变（逆压电效应）。晶体的压电效应是一种机电耦合效应，可以实现机械能和电能的相互转换，用于制作换能器。同时，利用压电晶体的弹性可以制作谐振器、振荡器、滤波器及各种声表面波器件，广泛用于雷达、导航、通信、敌我识别、电子对抗等系统中。压电晶体除具有压电性外，还具有热释电性、铁电性、电光效应、非线性光学效应以及某些半导体特性，具有广阔的应用范围。（撰写：张万鲲 审订：沈能珏）




人造石英晶体中产生压电效应的机理

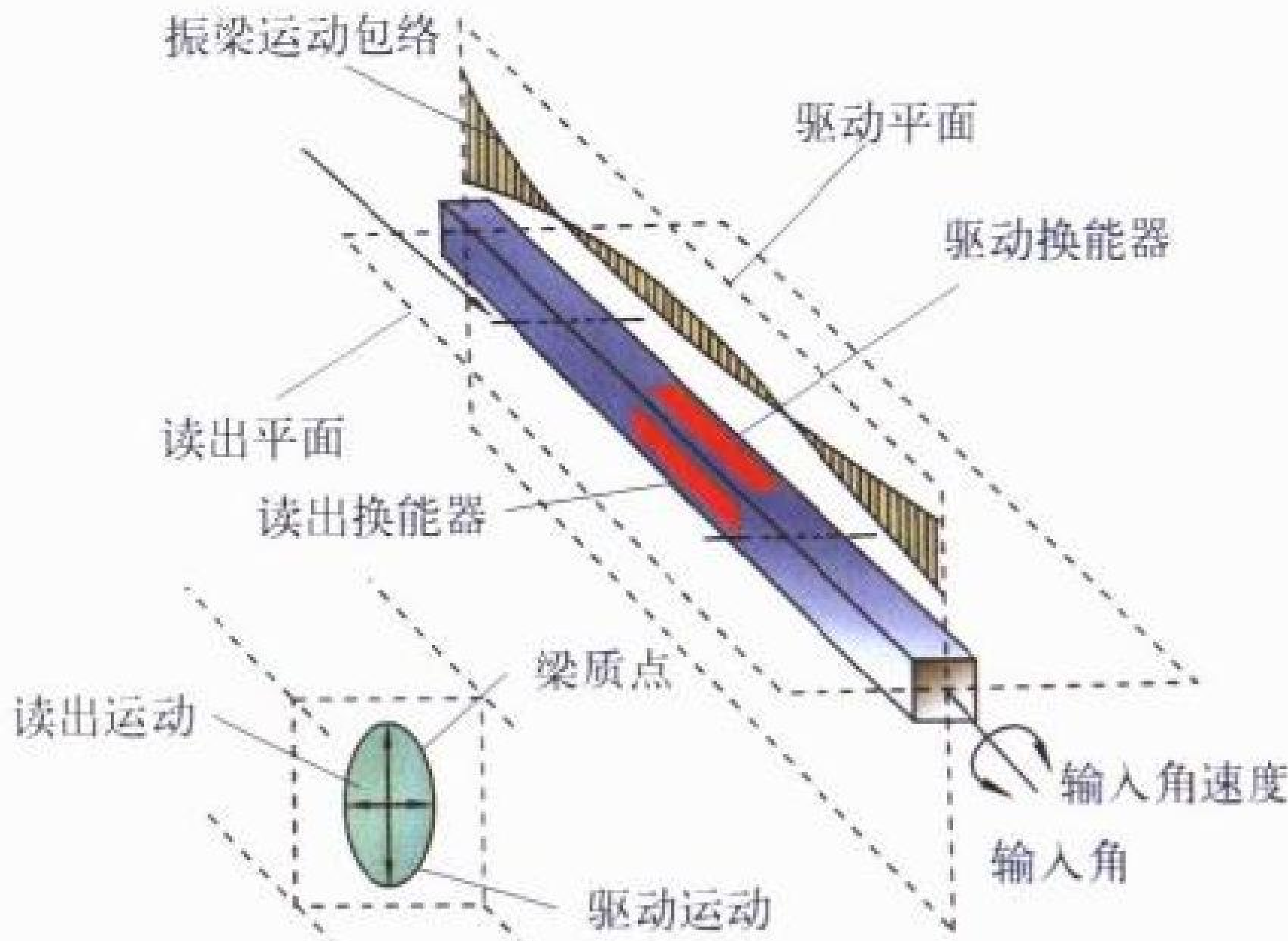
(a) 正、负电荷重心重合 (b) 在 $x_1$ 方向施加压力 (c) 在 $x_2$ 方向施加压力

yadian xiaoying

**压电效应** piezoelectric effect 某些结晶态固体介质（如石英、$LiNbO_3$、$LiTa_3O_3$ 等晶体，极化了的 PZT 陶瓷等），由于基本构成单元的正负电荷中心不重合，在受到机械力作用时正负电荷中心发生相对位移产生极化而使材料各表面出现正负束缚电荷的现象称为压电效应（正压电效应）。在一定范围内，束缚电荷与作用力成正比。反之，将这种固体介质置于电场中，由于体内正负电荷中心在电场中的反向位移，介质将发生形变，在一定范围内，形变与电场成正比，这种现象称为逆压电效应。压电效应和逆压电效应是制造超声换能器包括声表面波换能器和声体波换能器的理论依据。（撰写：母开明 审订：胡爱民）

yadian zhendong tuoluo

**压电振动陀螺** piezoelectronic vibratory gyroscope 又称压电速率陀螺。测量物体在惯性空间的运动角速度的器件，是振动陀螺的一种。其振动元件的振动的激励和检测是利用具有压电效应的压电换能器，如压电陶瓷、压电石英晶体等。




压电振动陀螺工作原理图

振动陀螺最典型的一个例子是振梁式振动陀螺，它的基本结构是一根四个侧面粘贴上压电换能器的金属梁，如图所示。在驱动平面，梁的质点在电激励下产生正弦振动，若沿梁的纵轴输入一个角速率，梁的质点便受到哥氏力的作用，引起梁在垂直于驱动平面的读出平面运动，梁读出平面的这个运动正比于输入角速率。振梁式振动陀螺具有寿命长、可靠性高、结构简单、使用方便、体积小、成本低等特点。广泛用于导弹、飞机、舰船、坦克、潜艇、鱼雷、炮弹等的稳定系统和测控系统，也广泛用于汽车导航系统，摄像机手振稳定系统以及医疗器械、地质勘探等领域。（撰写：吕志清 审订：胡爱民）

yakong zhendangqi

**压控振荡器** voltage controlled oscillator (VCO) 振荡频率随输入控制电压的变化而变化的振荡器。VCO 的控制特点是在其设定的频率范围内，振荡频率与控制电压成线性关系。在众多种类的振荡器中，基于反相器电路的多谐振荡器常被用来构成 VCO 电路。在集成电路 VCO 中，通常有施密特触发器型、电容交叉充放电型和定时器型等三种。在单片微波集成电路 (MMIC) 中常用半导体变容二极管作为压控器件的设计方案。实现调频方法有直接调频与间接调频，调频信号可以采用模拟信号或数字信号。VCO 可以用于构成调谐电路、

调频电路和锁相电路等。应用于自动检测、自动频率调变、自动控制以及雷达、通信等系统中。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

yali chuanganqi

**压力传感器** pressure transducer, pressure sensor　能感受被测压力，并能将其转换成可用输出信号的传感器。按工作原理（见图）分为压阻式、压电式、应变式、谐振式、电容式、电感式等，种类繁多。压阻式的工作原理是利用半导体材料的压阻效应，制成敏感测量电桥。在外界压力作用下，这种敏感电桥的输出与传感器输入的压力产生一个相对应的关系，以此实现对被测压力的检测；压电式的工作原理是利用压电材料的压电效应原理，当被测压力作用于用压电材料制成的转换元件时，转换元件两极产生一个与被测压力大小成正比的电荷量，以此实现对压力的检测；应变式是利用金属材料的几何效应来完成压力和电量的转换。当外界压力作用时，感压元件上的金属薄膜电阻的几何结构尺寸长宽发生变化，使金属薄膜电阻的阻值发生变化，通过适当的转换、实现对压力的测量。




压力传感器原理框图

压阻式、应变式和电容式传感器等适合对静压的测量；压电式传感器适合对动态压力的测量。

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

yapin zhuanhuanqi dianlu

**压频转换器电路** voltage to frequency converter circuit　将模拟信号转换为频率与其电压幅值成正比的数字调频信号的集成电路。它实质上是一种间接型模数转换器。典型的压频转换器电路由积分器、比较器、触发器和计数器等基本部分组成。转换过程是首先把输入模拟信号转换成频率与输入信号电压成正比的脉冲信号，即电压与频率两个模拟量之间的转换，然后在一固定的时间间隔内对调频脉冲信号进行计数，把频率值变成数字量。压频转换器具有电路结构比较简单，抗干扰能力较强等优点。转换后得到的压控调频信号易于传输和检出，安全性好，适应于通信、遥控、遥测系统使用。（撰写：莫火石　审订：林金庭）

yazhiqu

**压制区** blanketed zone　又称有效干扰区。电子设备受到有效干扰的区域，即干扰机能够有效破坏或扰乱电子设备正常工作的空间范围。或者说，当被保护目标位于有效干扰空间之内时，就能够受到干扰机的有效保护。压制区可由干扰方程确定。干扰对象不同，干扰方程的表达式也不同。以雷达为例，干扰方程如下（假设干扰机配置在被保护的目标上）

$$\frac{P_{rj}}{P_{rs}} = \frac{P_j G_j}{P_t G_t} \cdot \frac{4\pi r_{ij}}{\sigma} \cdot R_t^2 \geqslant K_j$$

式中 $P_{rj}$，$P_{rs}$分别为雷达接收机输入端的干扰信号功率和目标回波信号功率；$P_j$，$G_j$ 为干扰机发射功率和干扰天线增益；$P_t$、$G_t$ 为雷达的发射功率和天线增益；$\sigma$ 是目标的有效反射面积；$r_{ij}$ 为干扰信号对雷达天线的极化系数；$R_t$ 为目标至雷达的距离；$K_j$ 为干扰压制系数，即干扰对雷达进行有效压制时，在雷达接收机输入端所需的干扰信号和目标回波信号的最小功率比。在雷达、干扰机和目标参数一定的情况下，可以确定一个使 $P_{rj}/P_{rs}$ 之比正好等于 $K_j$ 的距离值 $R_0$。在此距离上，干扰刚好能压制雷达，使其不能发现目标。当雷达至目标的距离大于 $R_0$ 时，$P_{rj}/P_{rs} > K_j$，雷达无法发现目标，$R_t \geqslant R_0$ 的区域即是压制区。干扰机的压制区集中体现了干扰机的有效干扰能力。（撰写：王燕　审订：索以宾）

yazhi xishu

**压制系数** blanket factor　当干扰机有效压制被干扰的信号时，在被干扰设备接收机输入端所需的干扰和信号最小功率比值。通常用干扰信号平均功率与通信信号平均功率之比来衡量干扰对信号的压制，称之为干信比。用不同干扰样式的干扰信号去干扰某一特定样式的信号时，所需的压制系数是不同的，即达到干扰奏效时所需的干扰功率将会有所差别，甚至大不一样，反之亦然。实验表明，用噪声调频信号去干扰调频通信信号，所需的压制系数为1～2左右，而去干扰单边带通信信号，则压制系数为4～6左右。为了尽可能提高干扰功率的利用率，应选择压制系数小的干扰样式。

（撰写：杨小牛　审订：赵明）

yazhixing ganrao

**压制性干扰** blanket jamming　发射强干扰信号或大量投放无源干扰器材，使敌方电子设备接收端信噪比严重降低，有用信号模糊不清或完全淹没在干扰信号之中而难以或无法判别的一种电子干扰。按干扰产生的方法，分为有源压制性干扰和无源压制性干扰。有源压制性干扰是使用干扰设备发射大功率干扰信号，使敌方电子设备的接收机或数据处理设备过载或饱和，或使有用信号被干扰遮盖。常用的干扰样式有：噪声干扰、连续波干扰和脉冲干扰，噪声干扰是应用最广的一种压制性干扰。发射强激光或用强光源照射光电设备，使光电设备的传感器致盲甚至烧毁，也是一种有源压制性干扰。无源压制性干扰通常用来压制雷达和光电设备。对雷达的无源压制性干扰是在空中大量投放箔条等器材，形成干扰屏障或干扰走廊，掩护己方部队的作战行动。对光电设备的无源压制性干扰则是施放烟幕、水雾或其他消光材料，阻断光电设备对目标的探测和跟踪。压制性干扰是一种暴露性干扰，施放时，易被敌方电子设备觉察。

（撰写：张葆林　审订：索以宾）

yanmu

**烟幕** smokescreen　通过发烟器材施放的用以改变电磁波传输特性的气溶胶屏障（见图）。烟幕干扰技术是通过向空中施放大量的气溶胶微粒，形成气溶胶屏障，来改变电磁波的介质传输特性，从而对光电探测、观瞄、自寻的或制导式的武器系统实施干扰，具有“隐真”和“示假”的双重功能。烟幕在战术使用上可分为四种：⑴遮蔽烟幕，主要施放于我军阵地或我军阵地和敌军阵地之间，以降低敌军观察哨所和目标识别系统的作用；⑵迷盲烟幕，直接用于敌军前沿，以防止敌军对我军机动的观察；⑶欺骗烟幕，用于欺骗和迷惑敌军，常与前两种烟幕综合使用，在一处或多处施放，干扰敌军对我军行动意图的判断；⑷识别烟幕，主要用于标识战场位置和支援地域，或用作预定的战场通信联络信号。烟幕干扰材料以及烟幕的撒布、施放和形成技术是烟幕干扰的关键技术。未来的研究重点是：一方面提高烟幕的遮蔽能力、

扩大有效遮蔽范围（可见光、红外、毫米波及微波），加快有效烟幕的形成速度，延长持续时间；另一方面加强烟幕器材研制，拓展烟幕的使用范围，并与综合侦察告警装置、计算机自动控制装置组成自适应干扰系统。



烟 幕

（撰写：石 岚 审订：张伯周）

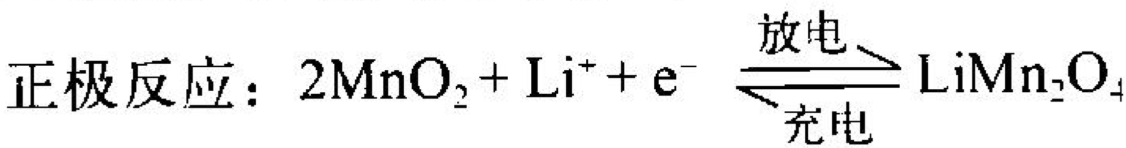
yanyi shujuku

**演绎数据库** deductive database 支持演绎推理功能的数据库系统。它由外延数据库（EDB）和内涵数据库（IDB）两部分组成。其中EDB存储由传统关系数据库中的事实所定义的关系即实关系，用于为演绎数据库的演绎推理提供实际数据；而IDB则存储与逻辑规则所定义的谓词相对应的关系即虚关系，用于为演绎数据库的数据演绎提供演绎规则。演绎数据库产生于20世纪70年代后期，是关系数据库技术和人工智能技术相结合、数据库技术与逻辑程序设计技术相结合的产物，它的理论基础是证明论和模型论。演绎数据库建立在一种基于Horn逻辑的数据模型上，以包含递归查询算法的演绎推理机制为核心，采用的表示工具是一阶谓词逻辑，常用的查询语言是Datalog。演绎数据库继承了关系数据库的众多优点，如高度的数据独立性、查询语言的非过程性和面向集合的存取方式等。由于引入了逻辑推理机制，它的数据模型和查询语言都具有比关系数据库更强的表达能力，能支持结构复杂、定义递归的对象和在其上的复杂的数据操作。随着递归查询算法效率的提高和逻辑程序优化技术的发展，演绎数据库将广泛应用在计算机辅助处理、办公自动化、软件工程、图像处理、超大规模集成电路设计等领域。

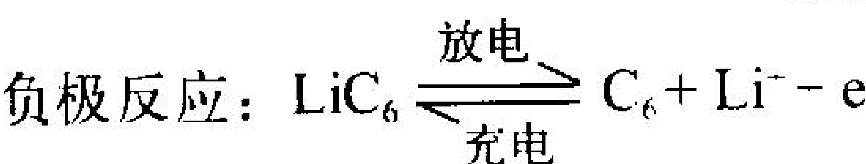
（撰写：余性厚 江 水 审订：瞿兆荣）

yanghuamengli zhengji lilizi xudianchi

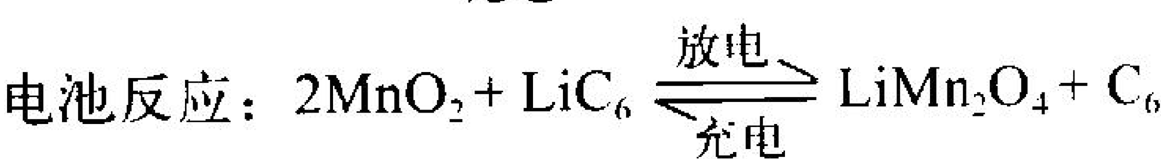
**氧化锰锂正极锂离子蓄电池** lithium ion storage battery with $LiMn_2O_4$ positive electrode 用氧化锰锂为正极材料的一类锂离子蓄电池。$LiMn_2O_4$与$LiCoO_2$一样，是向负极提供锂离子的源体。在电池反应中，锂离子在该电极上的脱嵌和嵌入是可逆的。其电池反应式如下



正极反应：$2MnO_2 + Li^+ + e^- \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiMn_2O_4$



负极反应：$LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} C_6 + Li^- - e$



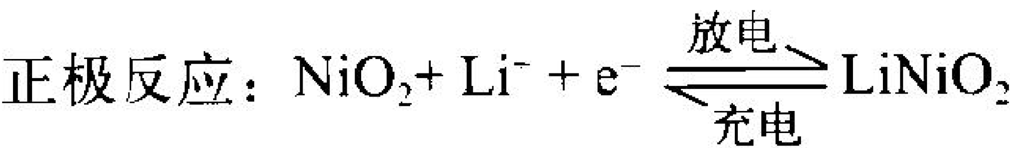
电池反应：$2MnO_2 + LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiMn_2O_4 + C_6$

$LiMn_2O_4$的比容量一般为110～120 mA · h/g，略低于$LiCoC_2$，放电电压略有提高，从而使同尺寸电池的容量降低。由于$LiMn_2O_4$是一种典型的尖晶石结构材料，当锂离子从结构中全部脱出以后，会生成$\lambda$ $MnO_2$，其结构仍然未破坏，因此用其作正极的锂离子电池安全性更优，在使用时可以简化保护措施。同时，$LiMn_2O_4$材料的成本远低于$LiCoO_2$，因此特别适用于发展大容量电池，使其能在电动车辆及卫星上应用。目前60～100 A · h的电池已开发成功，其比能量可达110 W · h/kg，循环寿命800次。用这种材料作正极的电池，在高温下充、放电循环时，容量衰减较快，受到各国学者极大关注。并已在添加元素、改善其结构方面取得了显著进展。

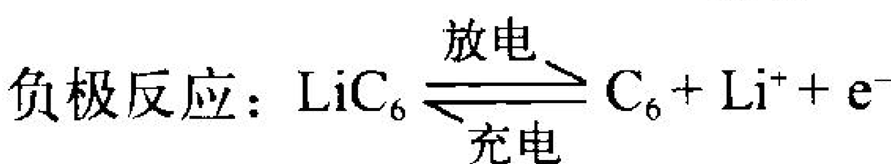
（撰写：汪继强 审订：宋海德）

yanghuanieli zhengji lilizi xudianchi

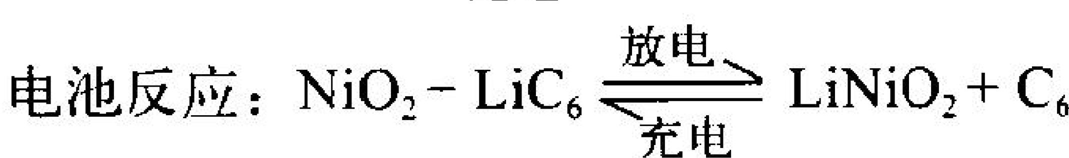
**氧化镍锂正极锂离子蓄电池** lithium ion storage battery with $LiNiO_2$ positive electrode 采用氧化镍锂作为正极材料的一类锂离子蓄电池。$LiNiO_2$和$LiCoO_2$一样，是向负极提供锂离子的源体。在电池反应中，锂离子在该电极上的脱嵌和嵌入是可逆的，其电池反应式如下



正极反应：$NiO_2 + Li^- + e^- \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiNiO_2$



负极反应：$LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} C_6 + Li^+ + e^-$



电池反应：$NiO_2 - LiC_6 \underset{充电}{\overset{放电}{\rightleftharpoons}} LiNiO_2 + C_6$

$LiNiO_2$的比容量可达170 mA · h/g以上，比$LiCoO^2$（140～150 mA · h/g）和$LiMn_2O_4$（110～120 mA · h/g）都高，因此有利于提高电池的比能量。然而$LiNiO_2$的热稳定性比$LiMn_2O_4$和$LiCoO_2$都差，当温度达170℃时有明显的放热反应发生。因此采用$LiNiO_2$材料时，电池的安全问题应予以特别关注。为了提高$LiNiO_2$材料的稳定性，一般用少量Co取代Ni，如$LiCo_{0.2}Ni_{0.8}O_2$。目前仅有美国Polystor公司开始生产小型$LiCo_{0.2}Ni_{0.8}O_2$正极锂离子电池，083448方型电池容量可达1200 mA · h。这种电池主要用在笔记本计算机、手机及小型通信设备。此外，法国的SAFT公司研制出大容量$LiCo_{0.2}Ni_{0.8}O_2$正极锂离子电池，在控制充电电压4.0 V的条件下，电池安全性得到保证，2001年开始在卫星上得到应用，其重量比能量是氢镍电池的2倍，预期在同步轨道卫星上的服务寿命可达15年。（撰写：汪继强 审订：宋海德）

yanghuawu misan qianghua wuyangtong

**氧化物弥散强化无氧铜** oxide dispersion strengthening non-oxygen copper (ODSC) 将氧化铝微粉均匀地引入无氧铜中而使其强化的一种材料。氧化铝微粉作为硬化质点在铜晶格中造成应力场，它既可以提高铜的强度，又阻碍了铜晶粒的长大，特别是在热处理后，其机械强度不会大幅度下降。在高温下，它兼有高强度和高导电率的特性。氧化物弥散强化无氧铜的制备方法有粉末烧结法、机械混合法、内氧化物法、共沉淀法和机械合金法。当前，机械合金法（MA）被认为是制取氧化物弥散强化无氧铜最有效的手段。该材料主要用于制作大功率行波管的管壳及螺旋线等。

（撰写：高陇桥 审订：沈能珏）

yanghuawu yinji

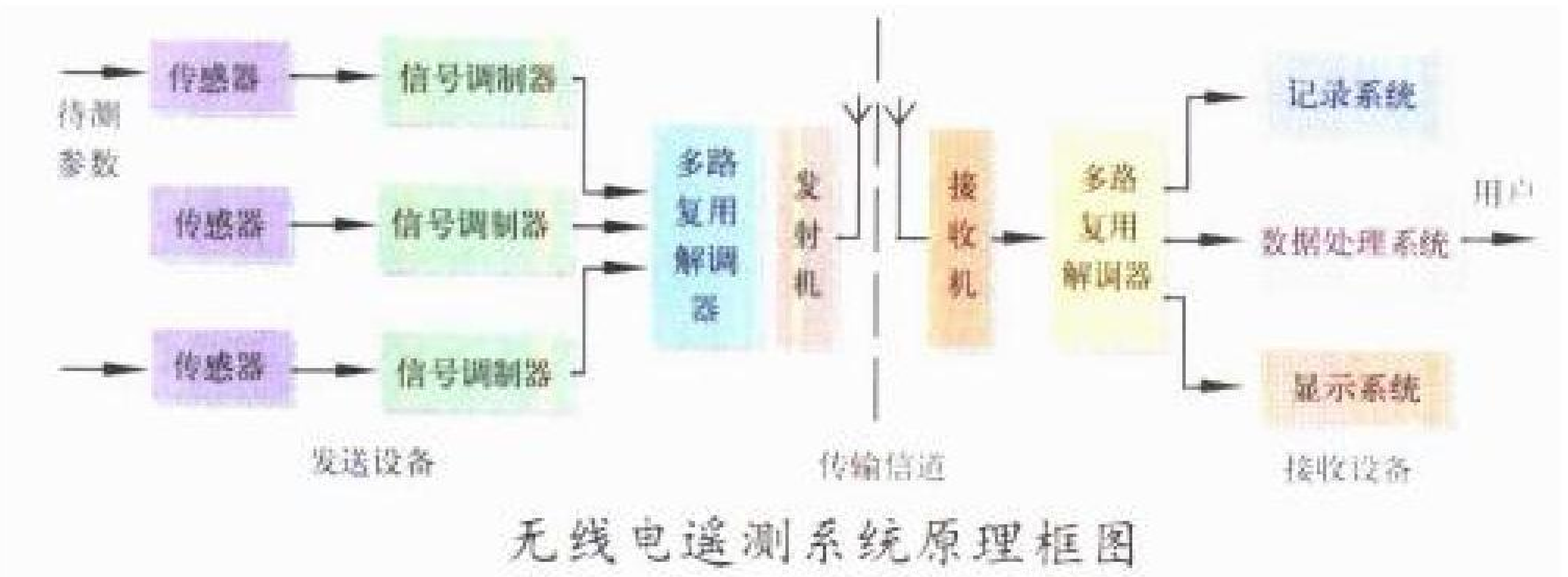
**氧化物阴极** oxide coated cathode 碱土金属氧化物阴极的简称。它是用碱土金属钡锶的碳酸盐（或碱土金属钡锶钙的碳酸盐）涂敷在基金属上经过适当热处理制成。热处理是使

碳酸盐分解形成相应的氧化物，并产生一定数量的钡原子，成为良好的热电子发射体。阴极分为直热式和间热式。直热式阴极用钨丝或镍作为基金属，主要采用电泳或喷涂的办法将碳酸盐涂敷在基金属上。间热式阴极用镍或镍合金作为基金属，主要采用喷涂的方法将碳酸盐涂敷在基金属上。镍合金主要有镍镁、镍锆、镍钨镁、镍钨锆、镍钨钙等。碳酸盐涂层的厚度通常为 20～80 μm，相当于 2～8 mg/cm² 的碳酸盐。氧化物阴极具有工作温度低(700～800℃)、脉冲发射电流密度大(可达 100 A/cm² 以上)、发射效率高(直流 10 mA/W，脉冲 5000 mA/W)，具有制造工艺稳定，适合于大批量生产等优点。该阴极主要用于显像管、示波管、接收放大管、中小功率振荡管和超高频金属陶瓷管等。

(撰写：冉繁福　审订：廖复疆)

yaoce

**遥测** telemetry　对相隔一定距离的被测对象进行参数测量，并按给定的信号形式将测量数据传送到接收点的技术。遥测是飞行器实验和运行过程的重要组成部分，是分析飞行器工作、运行环境等情况的重要数据来源。一般飞行器遥测系统包括飞行器遥测、飞行器有效载荷遥测、飞行器环境遥测和宇航员生理遥测。对飞行器和有效载荷的遥测，用于测



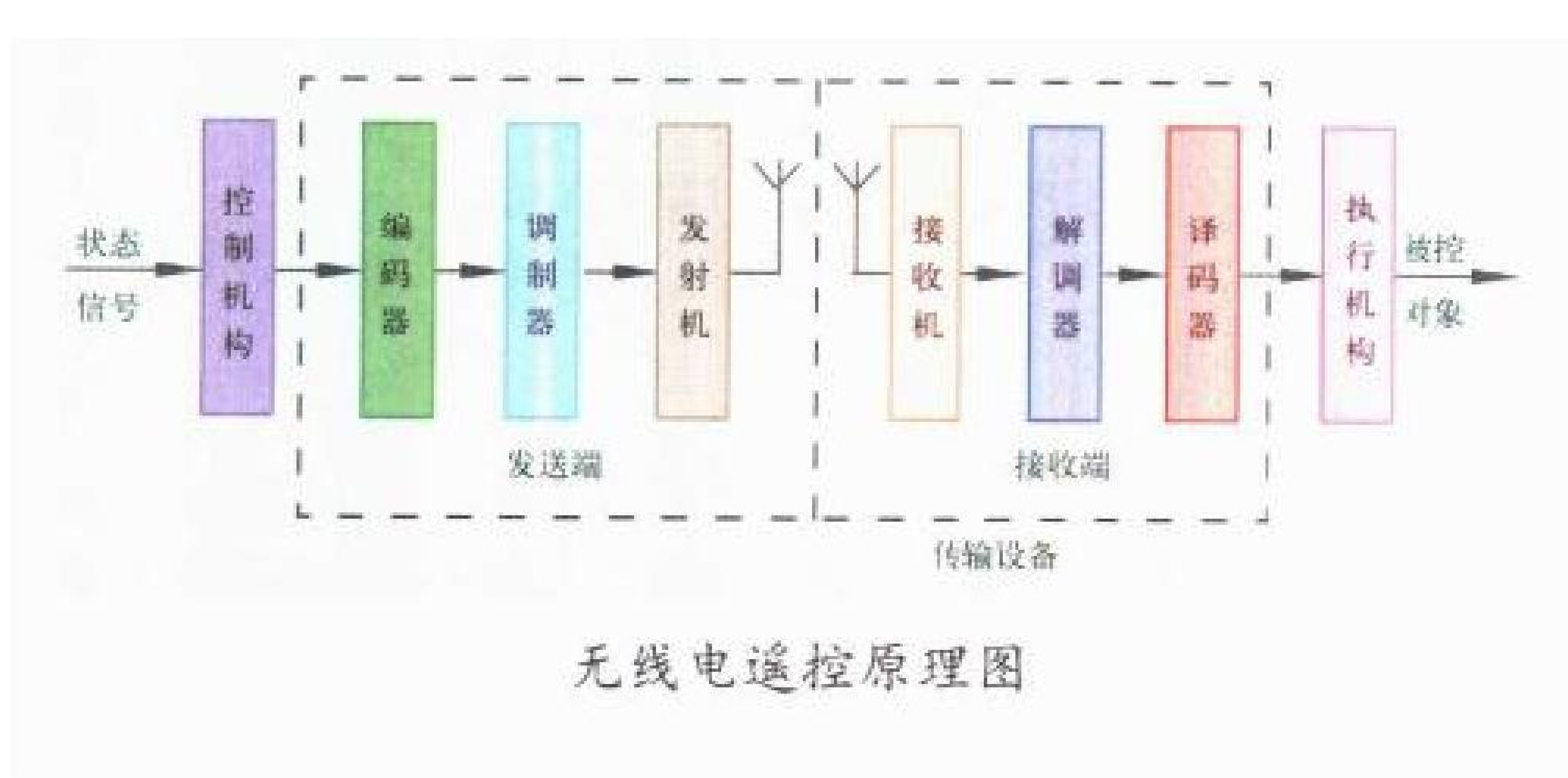

无线电遥测系统原理框图

量其工作参数、工作状态等在试验和运行中的数据。生理遥测是测量被测生物、飞行员以及宇航员在飞行过程中的生理状态和对环境的适应性，以便更好地为飞行服务。环境遥测用于测量飞行器所处的力学环境、气候环境和电磁辐射环境及对飞行器的影响，以及检查防护措施的有效性。遥测系统将为飞行器系统设计、性能评定、改进措施以及故障分析和故障发生时的补救措施提供依据。遥测设备主要由传感器及采集设备、传输设备和数据记录设备组成，其原理如图所示。传输设备可以是有线、无线、声波和光波信道等，对飞行器遥测多采用无线信道。

(撰写：孙　鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

yaokong

**遥控** remote control　对相隔一定距离的被控对象发送给定形式的信号进行控制的技术。遥控是飞行器系统实验和运行过程的重要组成部分，主要包括安全遥控、飞行器遥控和有效载荷遥控。安全遥控是指飞行器在出现严重故障时为保障




无线电遥控原理图

航区安全发出的“自毁”遥控指令，以防止造成更大的损失。飞行器遥控用于控制飞行器运行轨道、姿态、向飞行器注入数据，修正工作程序、以及控制飞行器的交会、对接、返回等。有效载荷遥控用于控制其开/关机、工作模式选择、工作参数选择和注入新工作程序等。遥控系统一般由控制机构、传输设备和执行机构组成，其工作原理如图所示。其中，传输设备可以是有线、无线、声波和光波信道。对飞行器的遥控多采用无线信道。

(撰写：孙　鉴　审订：钱允敏　曾晏中)

yezhan guanglan

**野战光缆** field optical cable　一种在野战条件下能反复收放，在损坏时能迅速修复的光缆。要求光缆重量轻、体积小、柔软、耐磨、耐弯曲、温度特性好。野战光缆采用硅橡胶缓冲紧包两次被覆光纤，并用芳纶纤维作增强材料。光缆制成每段 500 m 或 1000 m，光缆的两端带有活动连接器组件，以便能迅速更换损坏的光缆段。为适应不同使用要求，野战光缆分单芯、双芯、四芯、六芯等，广泛用于野战通信、雷达系统、火箭发射场等。

(撰写：李明弟等　修订：吴永生　审订：梅遂生)

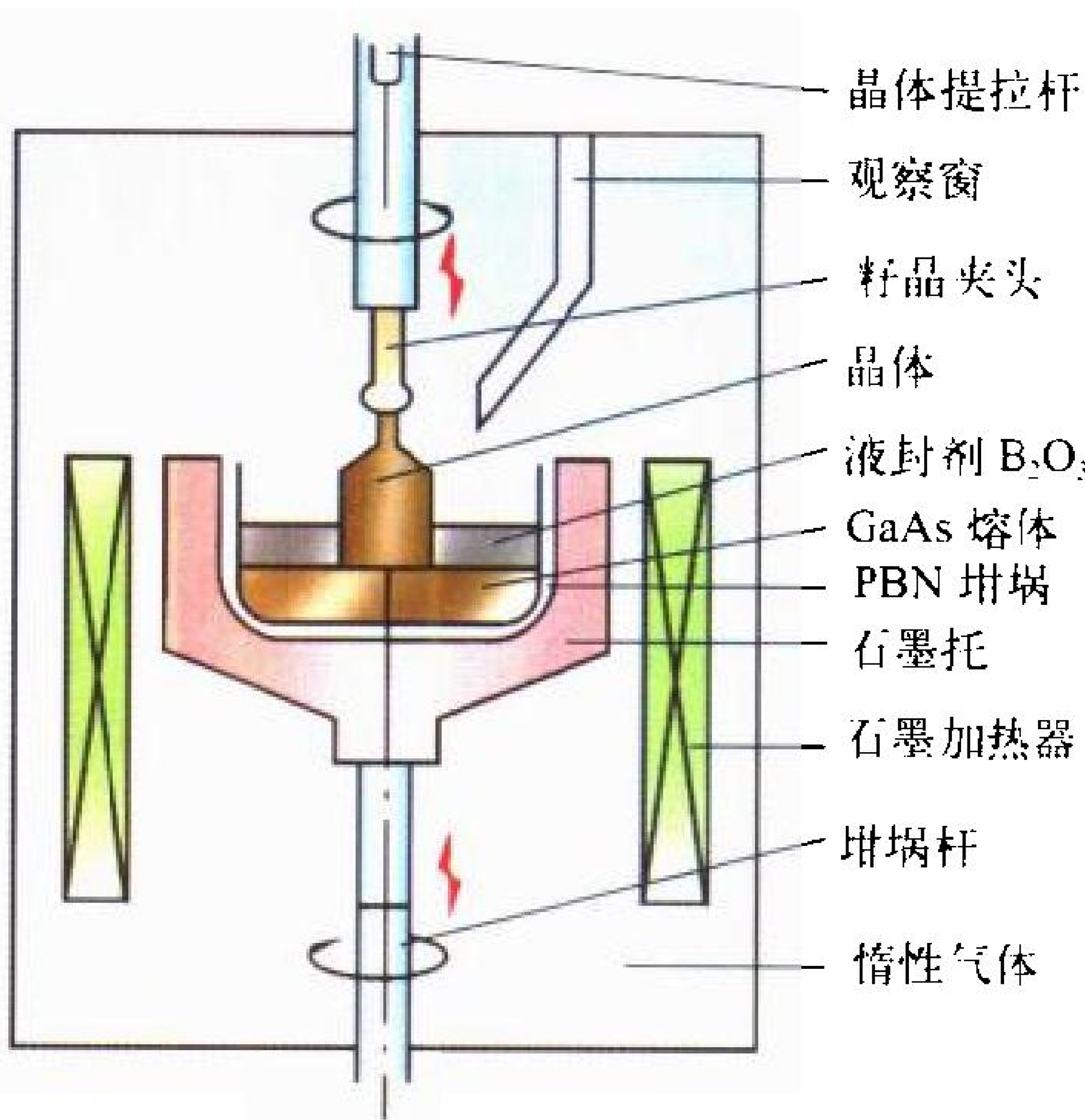
yewu liuliang fenxi

**业务流量分析** traffic analysis　从敌方通信流向和业务流量的异常剧烈变化中推测其即将发生重大(军事)行动的可能性。它是窃取敌方信息的一种方法，但不同于通过破译敌方通信密码获取通信信息内容的方法。敌对双方为了对抗敌方利用业务流量分析的方法，通常采用业务量填充以及对包括地址信息在内的所有通信数据都加密保护的机制，使得任何时候、任何用户间的通信业务量保持均衡。

(撰写：龚奇敏　审订：黄月江)

yefeng zhilafa

**液封直拉法** liquid encapsulated Czochralski (LEC) method　从液封剂覆盖的熔体中拉制单晶的方法，是改进的直拉(Cz)法，简称 LEC 法。用于生长熔体组分易挥发的化合物半导体材料如 GaAs、InP、GaP 等。制备装置如图所示。对液封




LEC 法拉晶设备示意图

剂的要求为：(1) 密度小于生长熔体；(2) 熔点低于生长晶体的熔点；(3) 熔融态时蒸气压低，呈透明状；(4) 化学稳定性好，不与生长熔体、坩埚、气氛发生化学反应或互溶。LEC

法有常压LEC与高压LEC两种。以生长GaAs单晶为例，常压LEC是以GaAs多晶为原料，$B_2O_3$作液封剂，采用PBN坩埚，在0.26 MPa氩气压下拉制单晶。高压LEC采用高压单晶炉，在820℃、6 MPa氩气压下，以元素Ga、As置于PBN坩埚内，以$B_2O_3$作液封剂原位合成GaAs，再在2 MPa氩气压下拉制单晶，该法可拉制高纯度非掺杂半绝缘GaAs材料。 （撰写：王永鸿 审订：沈能珏）

yejing xianshi cailiao

**液晶显示材料** liquid crystal display materials 某些有机化合物和高分子聚合物在一定温度范围或一定浓度的溶液中，既具有液体的流动性又具有晶体的各向异性，形成液态晶体，简称为液晶。用作电光信号显示的液晶称为液晶显示材料。由温度条件形成的液晶称为热致液晶；由浓度条件形成的液晶称溶致液晶。显示用液晶一般为低分子热致液晶。一般用常规的有机合成法合成液晶材料，单体液晶难于满足显示器件各项技术指标，常用4种组分混合组成，即基本组分、低粘度组分、液晶相上限温度高的组分和手性液晶组分。液晶显示的原理是其所具有的电光效应，即在电场作用下液晶分子排列改变，光学性质也随之改变，将电信号转换成可见光信号而实现显示。液晶显示器具有低电压(数伏)、微功耗(数微瓦每平方厘米)、平板化、彩色化等优点，可用于手表、计算器、文字处理机、计算机终端显示和电视等，对促进光信息技术发展具有重要影响。

（撰写：黄锡珉 审订：沈能珏）

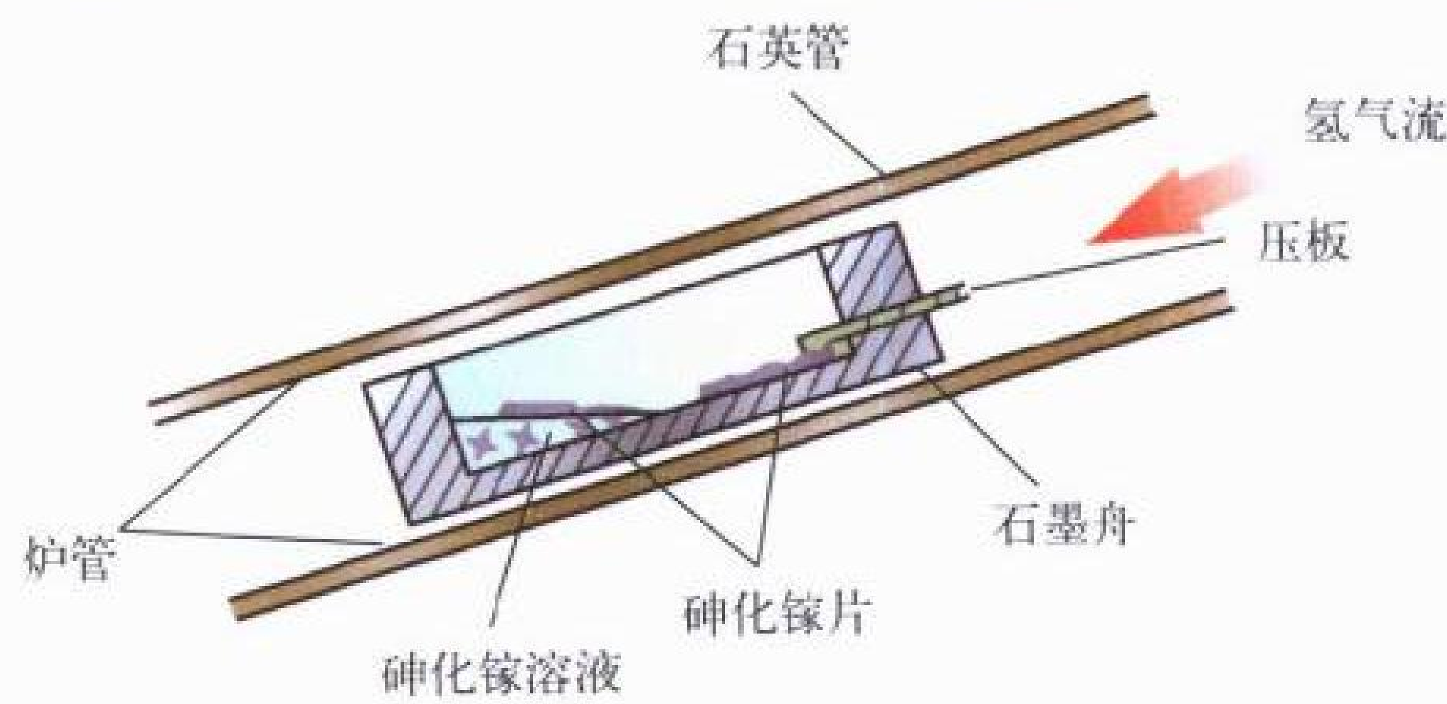
yejing xianshiqi

**液晶显示器** liquid crystal display (LCD) 利用液晶的光学各向异性的特性，在电场作用下对外光照进行调制而实现信息显示的平板型显示器件。液晶显示器具有工作电压低、功耗低、可直接用CMOS电路驱动等特点，而且采用彩色滤色器，易实现彩色显示。液晶显示的种类很多，按光源的配置分为反射型、透射型和透射反射型；按不同的工作原理分为自由向列型、超扭曲向列型、二端有源矩阵型和三端有源矩阵型等。前两种属于简单矩阵，像素直接由电压驱动，器件制作简单，显示质量一般。后两种属有源矩阵，从根本上克服了因液晶像素双向导电引起的干扰，也就从原理上消除了简单矩阵扫描行数增加时对比度降低的矛盾。液晶显示器广泛用于各种军用电子装备作为终端显示。

（撰写：王戎瑞 审订：梅遂生）

yexiang waiyanfa

**液相外延法** liquid phase epitaxy (LPE) 利用溶质在溶剂中的溶解度与温度的依赖关系，在某一温度下形成的饱和溶液，当温度降低时，其溶解度也降低而使溶液呈过饱和，继续降低温度，溶质就淀积到衬底上，并按其晶格有序延伸排列而外延出单晶层的方法。LPE工艺分瞬态法和稳态法两类。瞬态法是先配制好饱和溶液，将舟倾侧使其覆盖在衬底上(如图所示)，再逐步降温使溶质在衬底上析出而外延；稳态法是将溶液表面与底部保持一恒定温度差，将源晶置于溶液顶部，衬底置于底部，溶质即自上而下通过溶液结晶在衬底上。LPE的优点是可生长二元、三元及多元化合物，获得高纯外延层，可生长多层结构及异质结，通过掺杂可制作P-N结及欧姆接触层；缺点是外延层厚度及表面形貌较难控制。主要用于制作各种激光器件。




液相外延示意图

（撰写：毛裕国 审订：沈能珏）

yici yimi mima tizhi

**一次一密密码体制** one time ciphersystem 每次加密都使用不同密钥的密码体制。它的前身是20世纪初的一次一密乱码本(one time pad)加密方案。该方案采用一个很长的真随机英文字符序列作为密钥，并逐页记录在称作乱码本的本子上，加密时，依次将明文字符与乱码本上的密钥字符进行模26的加法运算，用完一页后立即将其撕去销毁，绝不重复使用已用过的密钥。合法解密方可用相同乱码本上的相同密钥字符，对密文进行逆运算恢复明文。若不知道该乱码本，任何人都无法恢复明文，更确切地说，可恢复出所有可懂的文本，但无法区分哪一个才是对应的明文。这种方案很容易推广到二进制情形，被用于保密性要求极高的场合。但这种方案在实际使用中存在一些技术上和管理上的问题，如要产生大量真正随机的密钥序列，记录在媒体上分发给通信双方，用过后又要立即销毁；使用时，双方要严格同步等。因此在大多数场合都采用确定的很复杂的密码算法，然后由较小规模的种子密钥控制密码算法的运行，产生在密码学上有较好随机特性的伪随机序列作为密钥序列，再与明文二进制序列作模2加产生密文，而每次通信所使用的种子密钥都不相同。这就是通常所说的一次一密密码体制。由于这种体制是由确定的密码算法产生伪随机的密钥序列，该序列必定是有周期的，因此，即使种子密钥不同也不能完全保证产生的密钥序列没有重复的可能，只是可能性的大小有区别，它和一次一密乱码本有着本质区别。

（撰写：龚奇敏 审订：黄月江）

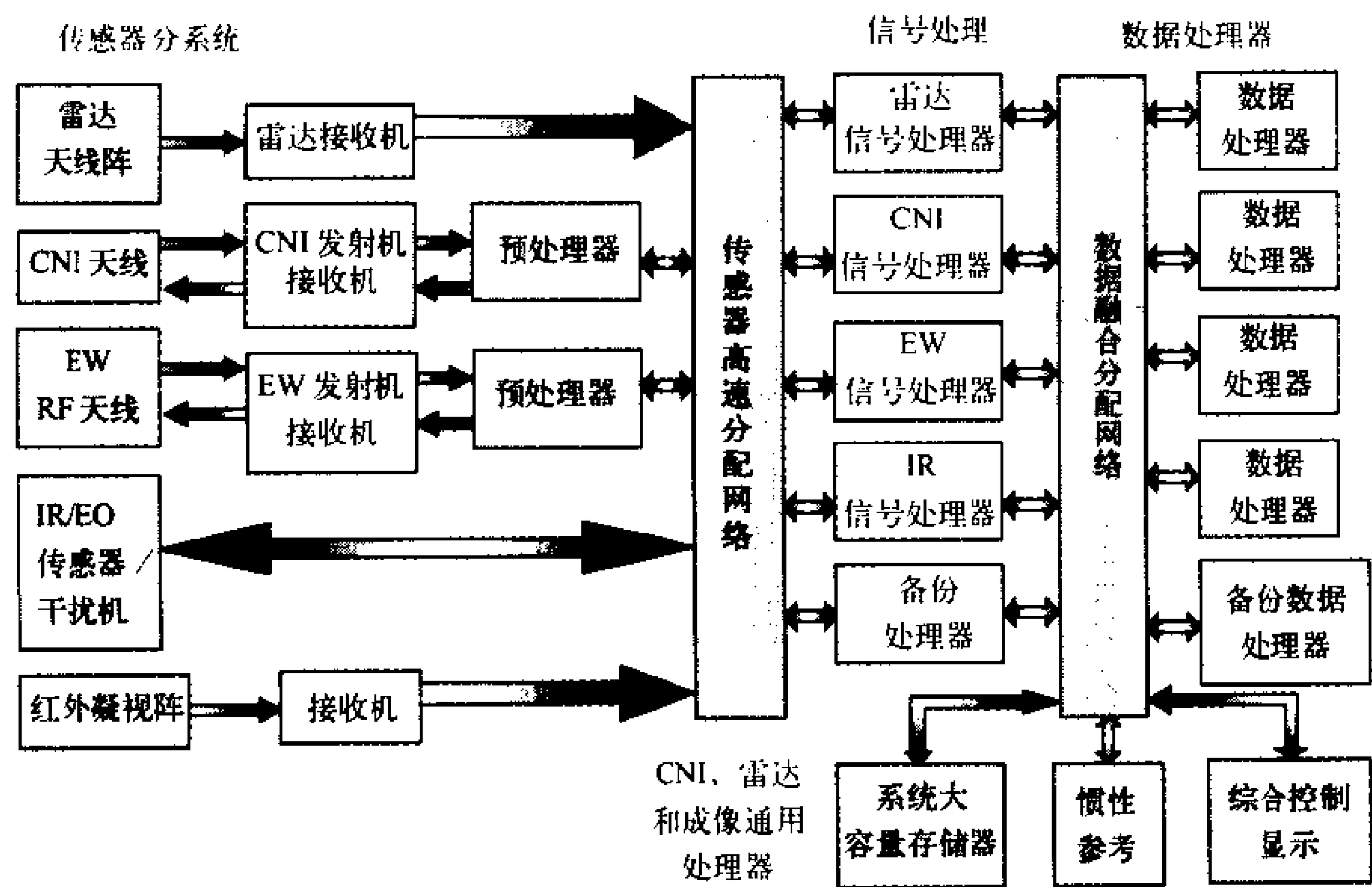
yidian duiduodian tongxin

**一点对多点通信** point-to-multipoint communication 又称一点多址通信，是使用微波视距通信手段，构成一点对若干个点之间通信链路的固定通信方式。一点对多点通信系统一般由一个中心站(也称中央站)和若干个外围站(也称用户站或远端站)组成，当外围站与中心站之间距离较远时，可增加若干中继站。中心站一般使用全方向天线或半功率角较大(如90°或120°)的扇形天线，外围站使用定向天线。多址方式有频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)等，也可混合使用多种多址方式。与微波视距通信比较，一点对多点通信适用于星形通信网络，可以减少设备，节省投资，因此广泛使用。随着社会信息化的发展，业务类型增多，其中之一是各种媒介的网上会议，如电话会议、电视会议以及计算机支持的互协作(CSCW)等、从广义上讲，这些也是一点对多点通信，甚至是多点对多点通信。

（撰写：宋志群 审订：李振邦）

yitihua dianzi xitong

**一体化电子系统** integrated electronic system 利用综合设计、综合控制、综合信息处理，将各分系统综合在一起，实现综合管理和资源共享，提高系统综合作战能力，减少设备体积与重量的电子系统。如将雷达、电子侦察/干扰、威胁告警、通信、导航仪经数据总线与飞机平台共同设计为一个整体的美国机载一体化电子战系统(INEWS)；集通信、导航、敌我识别为一体的一体化通信导航识别航空电子设备(ICNIA)，以及二者进一步综合，构成的一体化航空电子系统，如图所示。类似的一体化电子系统还有美国海军F/A-18E/F飞机的综合防御性电子对抗系统(IDECM)、JSF飞机的多功能综合射频系统(MIRFS)；陆军直升机的综合射频对抗系统(SIRFC)，以及美国海军为下一代水面战舰研制的、能对付雷达制导和红外制导反舰导弹威胁的先进综合电子战系统(AIEWS)等。 (撰写：崔德勋 审订：黄史坚)




一体化航空电子系统框图

I lei II lei he III lei jingmi jinjin

**I类、II类和III类精密进近** cat I, II and III precision approach 指在I类、II类和III类天气标准情况下运行的精密进近与着陆过程。为了保证飞机在进近着陆中的安全，国际民航组织(ICAO)在1965年制定了精密进近与着陆运行的最低天气标准，按跑道附近的垂直能见度和水平能见度划分为I、II和III类(cat I、II和III)，如表所示。

**ICAO精密进近着陆的最低天气标准**

| 类别 | I类 | II类 | III类 |
|---|---|---|---|
| 垂直能见度/m (决断高度) | 60 | 30 | 0 |
| 水平能见度/m (水平视距) | 800 | 400 | 0～200 |

在I类最低天气标准情况下进行精密进近与着陆时，飞机驾驶员根据在60 m决断高度上是否看见跑道(跑道灯、跑道标志)以及飞机的位置和姿态是否能够着陆作出决断：即是着陆还是复飞。在I类、II类或III类最低天气标准情况下能否运行精密进近着陆，主要取决于四个因素：(1)着陆引导设备的性能(包括完好性与连续性)；(2)驾驶员的水平；(3)机场环境条件；(4)天气状况。

(撰写：孟绍禹 审订：郅致和)

yiqi qudongqi

**仪器驱动器** instrument driver 直接控制仪器的底层软件。它是针对特定仪器进行控制和通信的软件模块，可与图形化语言一起使用，将编程语言翻译成二进制命令传送给仪器。在计算机通用平台上，通过操作仪器的虚拟面板，即可调用相应的仪器驱动程序，控制仪器按照规定的方式动作。仪器驱动器包括驱动函数主体、编程式与交互式开发者接口、子程序接口、I/O接口等功能模块。仪器驱动程序的第一级函数为部件函数，由初始化、组态、动作/状态、数据、实用和关闭函数组成，第二级函数为应用函数，是一组以源代码的形式提供的面向测试的高级函数，也是标准的仪器驱动函数。 (撰写：徐红兵 审订：陈光禹)

yiyong biaozhun jiekou

**仪用标准接口** instruments standard interface 通常指采用IEEE 488.1标准总线的可程控仪器的接口。可在有限距离内通过总线方式将各种仪器连接成一个测试系统，实现系统内各仪器之间的可靠直接通信。系统内各种消息均通过无源总线电缆传递，所有仪器的相应信号线全部并接在一起，系统中至少有一个仪器具有控制能力，系统在控制者统一指挥下工作。另外，接口还具有传递程控命令、测量数据时的"讲者功能或扩大讲者功能"和"听者功能或扩大听者功能"，系统内采用了三线挂钩技术，通过发送多线消息时的"源方挂钩功能"，接收多线消息时的"受方挂钩功能"，能保证在多个仪器共用总线的情况下，双向异步、准确可靠地传送多线消息。 (撰写：徐红兵 审订：陈光禹)

yidong caozuo xitong

**移动操作系统** mobile operating system 能支持移动计算的分布式操作系统。系统中的全部任务分散运行在不同节点上，不受地理位置的限制。每个任务在指定的节点上运行。当某一个端节点发生移动时，便周期性地向位置服务器发出位置变更的请求信息，位置服务器则改变预定义的节点标识次序和预定义层次图即可标识节点的移动，以保证各节点的可访问性。其他节点通过位置服务器中预定义的节点标识次序和预定义层次图可确定被查询节点的位置。目前移动操作系统技术还不成熟，它的发展历程同时也反映了无线协议发展的过程。其间存在着激烈的标准之争，市场上较流行的产品是Symbian公司的EPOC操作系统、Microsoft公司的Windows CE和3Com公司的Palm操作系统。移动操作系统广泛应用于军用移动电话、数字个人助理(PDA)、掌上计算机、手持计算机以及各种专用终端中。

(撰写：张激 施刚 审订：瞿兆荣)

yidong diqiuzhan

**移动地球站** mobile earth station 在卫星通信系统中，安装在舰艇、轮船、各种车辆和飞机等移动体上的地球站。以舰艇通信为例，它要求无论舰艇在海洋中如何激烈摇晃，应保证天线主轴指向空中卫星，因此，天线基座必须设有稳定的跟踪伺服系统。由于舰上设备往往非常拥挤，天线口径不可能太大，一般在1 m左右，并要防止天线到星的视线被桅杆等遮挡。舰艇上地球站的信号传输速率较低，一般在数百到数千比特。Inmarsat卫星通信系统中的A/B/C/M/Mini-M型站等均属移动地球站。 (撰写：王巨椿 审订：李振邦)

yidong hulianwang xieyi

**移动互联网协议** mobile internet protocol 因特网工程任

务组(IETF)为保障移动主机(MH)在不同类型的网络(如以太网、无线分组网及蜂房电话网等)上漫游时进行必要的切换，无论其处于什么位置都能保持与因特网无缝互联而提出的协议。该协议定义了本地代理(HA)和外地代理(FA)两种实体，它们协同MH在不改变IP地址情况下进行漫游。当MH离开本地网络时，就向辖区内的FA登记新的照看地址(COA)，同时也登记自己永久性的本地地址。发往MH的本地数据为HA截获，并重新封装，通过隧道发送照看地址，从而为MH接收。在相反方向上，数据分组自MH发送时，则不通过HA，而使用标准的路由寻址技术。由于MH发送的信息分组，在某些情况下(安全和配置上的原因)不能可靠地送达最终目的地的对应主机(CH)，所以这一协议处于发展改进之中。 (撰写：智少游 审订：汪恩荣)

yidong jisuan

**移动计算** mobile computing 一种主机可在计算机网络中漫游的计算，支持包括通信、信息查询、高速数据传输、视像等在内的多媒体业务，无线网络技术的发展和应用，使用各种无线电射频技术和蜂窝通信技术可使用户的移动计算机、个人数字助理(PDA)、BP机或其他的电信设备实现自动漫游。在现实中，绝大多数移动用户不可能也没有必要长时间与主服务器保持连接。同时，将普通的联机浏览方式用于移动设备不仅费用昂贵，还因低带宽线路而带来工作效率低下，因此，需要一种使移动用户在联机和脱机状态下都能良好运行的计算环境，这就是移动计算。主机在网中的自由移动对上层应用表现为操作透明性和性能透明性。移动计算有两种模式：(1)主机在同一IP子网内移动的散步(walking)模式；(2)主机在不同IP子网间移动的漫游(roaming)模式。移动计算环境是传统分布计算环境的扩展，也是消息传递技术和无线通信技术结合的产物。在移动计算环境中，高速固定网络部分构成主干，固定网络中拥有若干具有无线通信接口的移动服务支持结点(MSS)，每个MSS负责建立一个无线网络单元。移动计算的设备，如移动计算机可以从任何一个无线网络单元经由MSS连接到固定网络中。移动计算环境主要特征是：移动性、频繁断接性、带宽多样性。移动计算涉及许多领域，例如移动硬件设备、移动通信技术、移动联网技术以及应用层的各种软件技术，如无线WWW访问、移动数据库技术、无线客户/服务器应用、移动因特网等。移动计算在军事移动指挥控制系统中有重要应用。

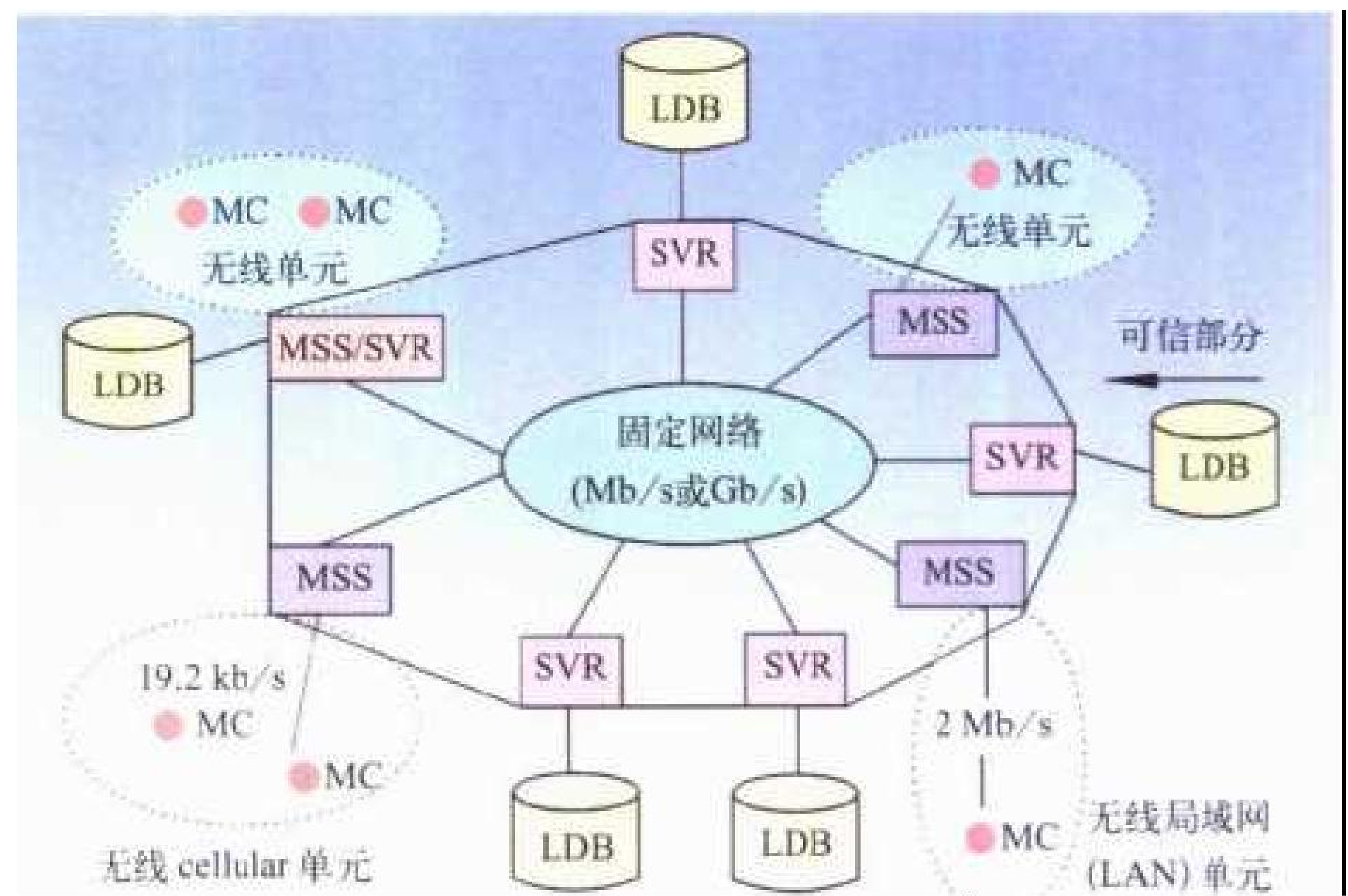
(撰写：邵培南 廖云 审订：瞿兆荣)

yidongshi jisuanji

**移动式计算机** portable computer 一种体积小、重量轻、可随身携带的微型计算机。目前流行的移动式计算机产品主要有笔记本计算机(参见*笔记本计算机*)、掌上计算机(参见*掌上计算机*)和个人数字助理(PDA)高端产品。近年来，特别是移动式计算机在与无线通信技术、模式识别技术、语音识别技术、机器翻译技术和因特网技术相结合方面发展很快，这不仅对于流动、野外、分散的移动工作环境有着广阔的应用前景，而且也必将与家庭日常生活、工作的关系越来越密切。 (撰写：张学孝 审订：张金荣)

yidong shujuku

**移动数据库** mobile database 在移动计算环境中运行的分布式数据库系统。移动数据库系统使移动用户能在各种网络条件下不受时间和地点的限制而有效地访问后台数据库获取所需的数据或下载后台数据库的相关副本，完成数据查询和事务处理。由于移动计算环境的特殊性和物理资源的限制，客户端的移动计算设备具有节点位置不定性、联网通信切换性、入网工作间歇性、事务处理离线性、网络条件时异性和网络通信非对称性等特征，一些传统的分布式数据库系统常用的技术对移动数据库系统并不适用。移动数据库系统的结构必须是微型的，具有与中央数据库和异构数据源的同步数据传输和数据转换能力，并能在技术人员无法提供现场支持的情况下保证数据的可靠性、可管理性和安全性。一个移动数据库的例示系统模型如图所示。它包括三类节点：移动客户机MC；具有无线通信接口、支持移动计算的固定站点MSS；管理本地数据库(LDB)的固定主机SVR服务器。一个理想的移动数据库系统应实现下列目标：(1)提高系统可用性和可伸缩性，避免不稳定性；(2)允许客户端移动计算设备在移动和跨网切换时访问或更新数据库；(3)支持满足可串性的并发事务运行；(4)保证系统能收敛于一致状态，避免出现混乱。移动数据库系统的开发，要重点解决数据复制和缓存、数据广播调度算法、移动查询处理和优化、移动事务模型和处理、移动代理机制实现，以及基于可视化查询输入和查询结果模糊输出的新型人机界面设计等关键问题。移动数据库系统可广泛应用于办公系统、公共信息发布、战场移动指挥等重要领域。 (撰写：余性厚 江水 审订：瞿兆荣)




移动数据库的系统模型图

yidong tongxin

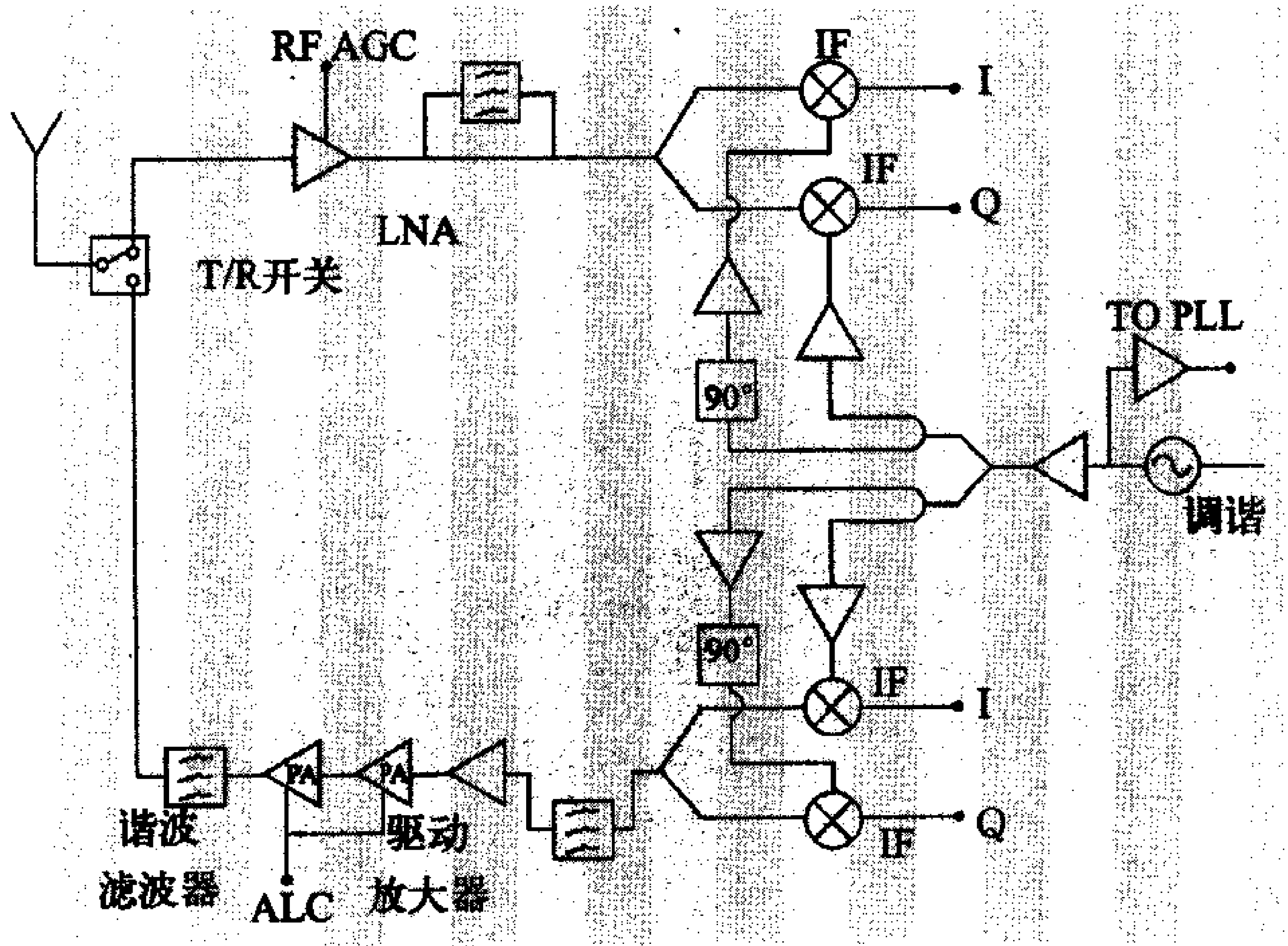
**移动通信** mobile communication 移动体与固定点或移动体之间的通信。典型的移动通信系统有：陆地公众蜂窝移动通信系统、卫星移动通信系统、集群移动通信系统、无绳电话系统、无线寻呼系统等，其中陆地公众蜂窝移动通信系统是全球规模最大、用户最多、发展最快的移动通信系统。移动通信的主要特点有：无线电波传播模式复杂；干扰问题比较严重；移动台工作环境恶劣，可靠性和工作条件要求高；频谱拥挤，需采用各种有效利用频率的措施；入网方式与信令比较复杂。目前，移动通信已从模拟通信发展到数字移动通信阶段，并且正朝着个人通信这一更高阶段发展。未来移动通信的目标是：能在任何时间、任何地点、向任何人提供任何媒体方式的快速可靠的通信服务。

(撰写：李少谦 审订：李振邦)

yidong tongxin shepin qianduan

**移动通信射频前端** mobile communication RF front-end 用

于移动通信(无线通信)移动基站、固定基站和手持机等设备中接收和发射通信信号的射频组件。手机中RF前端典型的结构如图所示，基站的前端结构比较复杂，同时发射功率要大很多。随着移动通信日新月异的发展，射频前端的频带和复杂性也在变化，并朝着无线多媒体的方向发展。




移动通信手持机RF前端典型结构框图

（撰写：林金庭　审订：全毓铨）

yidong tongxin zhuanyong dianlu

**移动通信专用电路**　ASIC for mobile communications　专为移动通信系统基站及便携式终端设计生产的集成电路。移动通信专用集成电路按频段划分有射频电路、中频电路及基带电路。其中对基带信号处理电路而言，基站和终端的要求是对等的，而射频专用集成电路则是针对终端设备开发的，这是由终端设备便携式甚至袖珍式的特殊要求决定的。由于移动通信用户激增导致的频谱拥挤和数字集成电路的长足进步，低频谱利用率、低通信质量的模拟体制将被淘汰。取而代之的数字移动通信业务范围将大为拓展，包括数字蜂窝电话、无绳电话、无线PBX、无线LAN等。使用频段也将提高至900 MHz～5.9 GHz。设计生产该频段内满足尺寸、功耗及成本要求的射频ASIC是一项极富挑战性的使命。目前2.4 GHz以下的多芯片、二芯片及单芯片收发前端均已面世，支持TDMA/TDD QPSK系统。以上电路技术分为两类，较低频段为硅双极或者BiCMOS MMIC，较高频段为GaAs MMIC。GaAs工艺本质上的优势，如拥有适宜电感元件与有源器件单片集成的半绝缘衬底，同样偏置下GaAs器件的噪声系数远低于Si BJT，特别是GaAs功率器件低工作电压、高转换效率的特性使得GaAs MMIC成为移动通信射频ASIC的主流。第三代移动通信采用宽带CDMA体制已属定论。支持CDMA的射频ASIC正在紧锣密鼓地开发之中。CDMA接收单元要求大的动态范围，发射单元要求高的线性，故分别使用GaAs PHEMT工艺和HBT工艺。移动通信专用电路的另一个大品种是数模混合集成的基带信号处理电路，功能包括中频滤波、AGC、ADC等。该电路芯片通常使用Si CMOS工艺制作。移动通信终端使用的频率合成器往往被拆成两部分，其射频部分并入前端ASIC，而数字部分则并入基带ASIC。　（撰写：李涵秋　审订：林金庭）

yidong weixing yewu

**移动卫星业务**　mobile satellite service (MSS)　使用1颗卫星或多颗卫星，在地球表面移动体之间或移动体与固定体间所进行的无线电通信。其特点是地球站载于移动体（如汽车、舰船、飞机和行进中的个人）上，实现运动中的通信。1976年海事卫星系统(Marisat)正式商业运营，为船只提供电话和电报服务。1979年世界上第一个移动卫星业务提供者——国际海事卫星组织(Inmarsat)诞生，并于1982年正式运营，至今已发展到第三代卫星，拥有陆地、海洋、航空移动地球站终端达14万台。随着业务量的增长，业务种类的扩展，相继出现了高、中、低三种轨道并存的移动卫星通信系统。1998年正式启动的低轨道铱星系统，尽管只运行了16个月，但对全球移动卫星通信的贡献不可磨灭。继铱星之后，开通的全球星系统，已投入商业服务。系统采用48颗绕地球运行的低轨道卫星，在全球范围内向用户提供“无缝隙”覆盖的卫星移动通信业务，是地面通信网的延伸和补充，可提供话音、传真、数据、短信息等各种业务。一部“全球星”双模或三模手机，一个号码可以在全球覆盖范围内的任何地点、任何时间与任何人以任何方式进行通信。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

yitaiwang

**以太网**　ethernet　按IEEE 802.3委员会制定的基带局域网标准建立的网络。这个标准最初是由Xerox、DEC、Intel三家公司联合开发，采用总线拓扑结构和具有碰撞检测的载波侦听多址（CSMA/CD）介质访问控制协议，传输速率为10Mb/s。按照连接媒介(同轴电缆、双绞线对或光纤)和使用规模，先后发展了双绞线以太网10 Base 2、粗缆以太网10 Base 5和无屏蔽双绞线以太网10 Base－T。1995年开始，100 Mb/s快速以太网因其速度提高一个数量级、又考虑了与原来网络技术尽可能兼容，得到了广泛使用，它特别适合于大型分段网络，包括采用双绞线缆的100 BaseT 4(4对中档到高档双绞线缆)和100 BaseTX(2对高档双绞线缆)，以及采用音频级双绞线缆的100Base－VG(基于优先级的访问)。随着实时多媒体业务需求的增长，特别是桌面用户快速向100 Mb/s技术迁移，在聚集带宽融合的主干网中，将需要吉比特每秒的传输能力，因此人们又在千兆位以太网的关键技术和标准化上加强研究，千兆位以太网在单模光纤上传送距离可以达到100 km，所以不仅适合于大的园区网，而且也适合于作为城域骨干网。（撰写：汪恩荣　审订：智少游）

yibu chuandi moshi

**异步传递模式**　asynchronous transfer mode (ATM)　一种采用统计复用、固定长度分组、面向连接、简化的快速分组交换技术。它结合了电路交换和分组交换的优点，使所有的业务以一种统一的数字模式来传输和交换。异步传递模式传送信息的基本载体是信元，每个信元的长度都为53个字节，其中5个字节为信元头，剩下的48个字节称为信元的信息段。异步传递模式是面向连接的，但与电路交换中的连接不一样，电路交换中一个连接对应着一定的时隙，而异步传递模式采用虚连接的概念，仅在发送信元时才占有网络资源，是一种统计复用的传输方式。同时采用简化的交换，每个交换节点只实现简单的中继功能，大大提高了网络速率。采用定长的方式便于硬件实现，提高了交换速率。由于异步传递模式具有高速、高效、支持综合业务等特点，已被ITU－T确定为宽带综合业务数字网的传递模式。

（撰写：虞红芳　审订：李振邦）

yibu chuandi moshi jiaohuan

**异步传递模式交换** asynchronous transfer mode (ATM) switching 按异步传递模式进行的交换。ATM 是为了对图像、数据、话音等多种业务进行综合而提出的一种传输与交换方式。采用这种模式，被传递(传输和交换)的是称为信元的固定长度分组。每个信元由 5 字节(每字节 8 b)信元头和 48 字节信息段组成。不论何种业务信息，在发端都拆成信元，异步占用传输信道，并在 ATM 交换机中进行快速分组交换，也称 ATM 交换，在收端再组装还原。ATM 交换与传统的分组交换不同之处是作了很多简化，在交换节点中不进行差错控制、采用固定长度分组等，有利于提高交换速率。ATM 的优点是具有较高的灵活性，易适应多种业务的综合；采用面向连接的通信方式并有较完善的拥塞控制机制以保证服务质量。现在广域网仍被选用，而为了有利于 IP 的运行，可采用多协议标记交换(MPLS)，其底层采用 ATM 交换结构。 （撰写：李乐民 审订：李振邦）

yibuchuandimoshishang hulian xieyi

**异步传递模式上互联协议** internet protocol over asynchronous transfer mode (IP over ATM) 在异步传递模式网络上运行互联协议。通常，它在发送数据时，将较长的 IP 分组分割为固定长度的较短的 ATM 信元；在接收数据时，又将 ATM 信元重组为 IP 分组。一方面，它以 IP 地址作为路由的依据，另一方面，它又以信元头部的标识(如 VPI、VCI)作为 ATM 交换的依据，这就需要在 IP 地址与 ATM 信元头部的标识之间建立某种对应关系。该对应关系可通过 IP 到 ATM 的地址解析获得，也可通过其他途径获得。按是否需要地址解析，它的实现方案可以分为两类：一类是叠加模式，需要地址解析，包括经典的 ATM 上 IP (CIPOA)、局域网仿真(LANE)、ATM 上的多协议(MPOA)等；另一类是集成模式，不需要地址解析，包括 IP 交换、标记交换(tag switching)、多协议标签交换(MPLS)等。目前，多采用叠加模式，将来会更多采用集成模式。 （撰写：温蜀山 审订：李振邦）

yibu diandongji

**异步电动机** asynchronous motor 一种转速略低于定子磁场旋转速度的交流感应电动机。异步电动机按供电电源可分为三相、单相、两相三种；按激磁电源可分为中频异步电动机和工频异步电动机；按功能分为控制电机和驱动电机。军用电子装备中一般采用中频异步电动机；工业场合驱动用的异步电动机，一般为工频单相或三相异步电动机。广泛用于各种自动控制系统中的微型异步电动机，又称为交流伺服电动机，功率一般在 0.1～100 W。由于异步电动机的结构简单、可靠性好，在军民领域中都有很广泛的应用，例如可用于导弹发射架的驱动控制等。

（撰写：何松波 审订：鲁 华）

yibu shuzi xilie

**异步数字系列** plesiochronous digital hierarchy (PDH) 在被复接的所有分路信号和复接定时之间具有相同的标称频率，但并不是来自同一时钟源的复接系列。它是目前应用最为广泛的传输系统，特别是话音传输网络。在国际电信联盟(ITU-T)的规范中，分别定义了两种基群数字速率系列，即 1.544 Mb/s 和 2.048 Mb/s。由于一次群向上复接到高次群的群复接过程采用准同步复接方式，所以整个数字系列又称为准同步数字系列。PDH 传送网络是从电话中继传输发展开始的，目的是在中继的光纤线路上实现高速传输。由于采用准同步的逐级复用方式，不利于网络运行、管理和维护，同时存在欧美日三种不同体系结构，不利于国际网络营建，将逐步为同步数字系列(SDH)所取代。

（撰写：许 都 审订：李振邦）

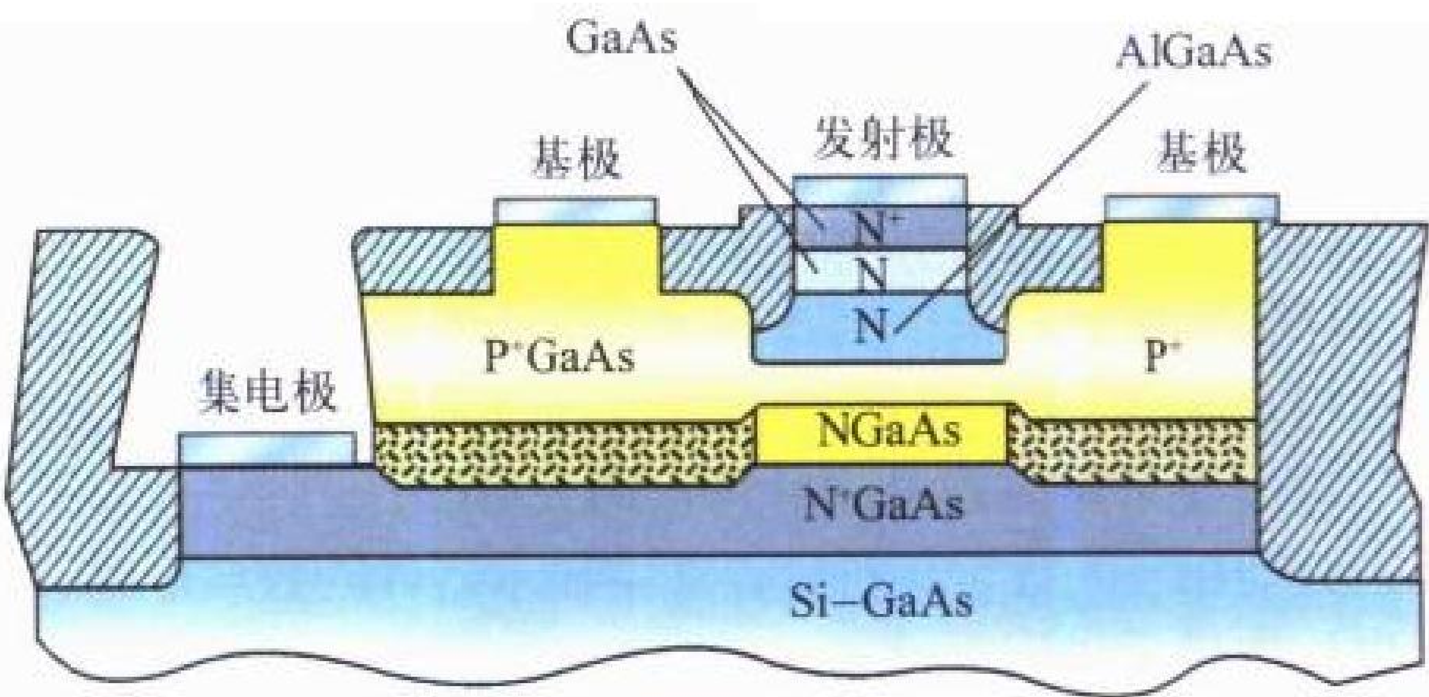
yixing tianxian zhizao jishu

**异形天线制造技术** abnormal shape antenna manufacturing technology 不规则几何形状的天线制造成形技术。在扫描天线、多波束天线等天线系统中，为改善天线系统的性能特别是主反射面的特性，通常采用计算机辅助设计的方法，生成具有不规则几何形状的副反射面，以对其主反射面进行修正。所生成的副反射面为不能用数学公式表述的异形曲面零件。对于不规则的回转体曲面零件可采用仿形法和数控车削成形。仿形加工的精度主要取决于靠模的制造精度；数控车削加工通过数值计算和程序控制可获得高精度的曲面轮廓。对非回转体异形曲面均采用数控铣削成形。由于异形曲面的数据处理非常复杂，曲面造型和刀位轨迹生成必须借助 CAD/CAM 软件在计算机上完成。根据曲面的形状特征、加工精度和表面粗糙度要求，可采用具有 3 轴、4 轴、5 轴坐标联动插补功能的数控机床进行加工。3 轴联动加工曲面为点接触成形，采用球头刀具，通过直线、圆弧、抛物线等插补成形曲面。5 轴联动加工为线接触成形，用端铣刀通过轴摆动形成的近似线成形曲面。先进的 CAD/CAM 软件可以在计算机上仿真加工全过程，从而优化加工方案。

（撰写：钱亚卿 审订：张为民 周德俭）

yizhijie shuangji jingtiguan

**异质结双极晶体管** heterojunction bipolar transistor (HBT) 采用禁带宽度不同的半导体材料设计制造的双极型晶体管。通常的 HBT 其发射结设计为不同禁带宽度的异质结；当集电结也是异质结时有时称作双异质结双极晶体管(DHBT)。典型的 HBT 结构如图所示。HBT 材料的设计属能带工程的范围，用 MBE 和 MOCVD 等方法制备。设计 HBT 的半导




HBT结构图

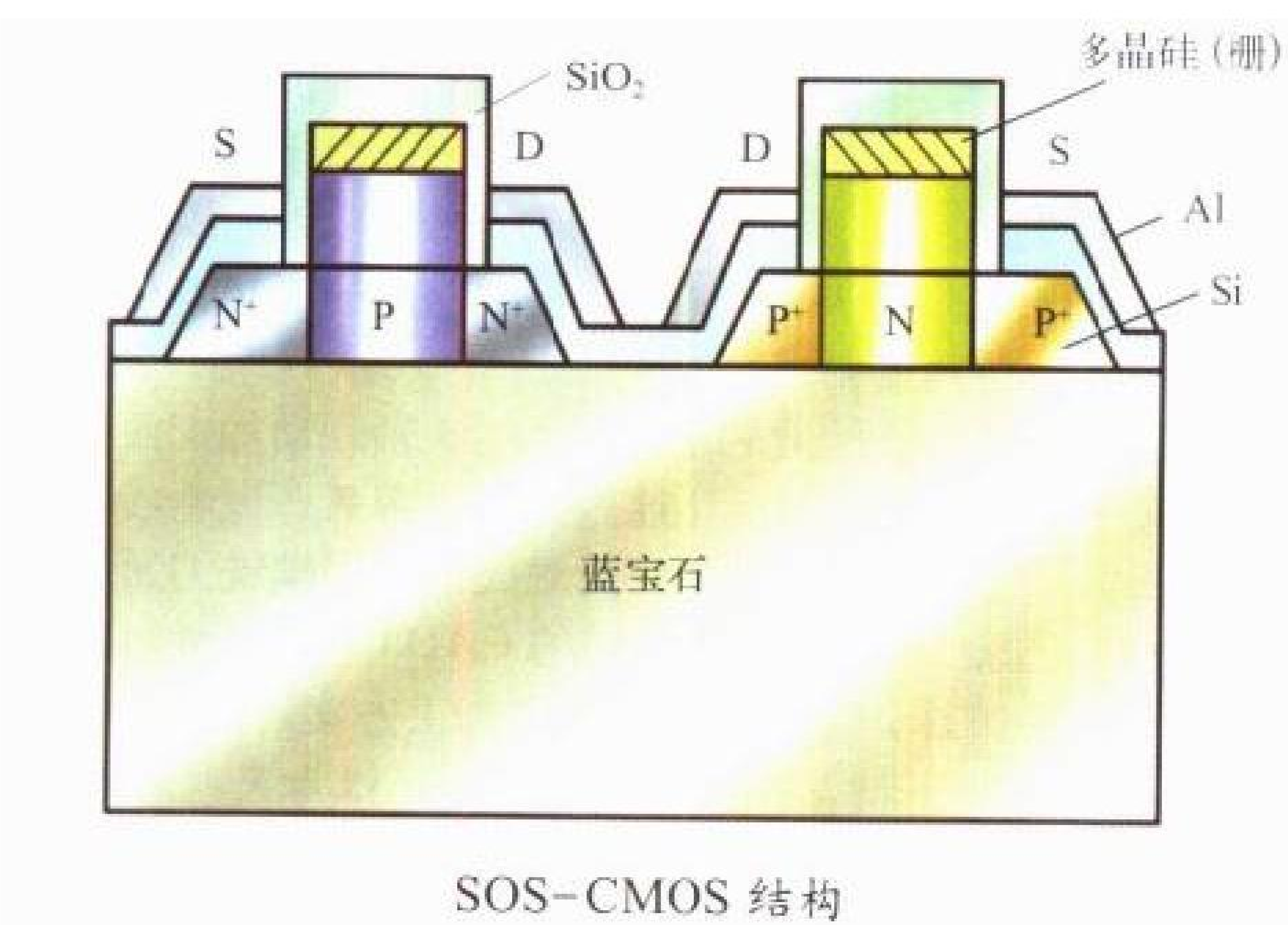
体材料有Ⅲ－Ⅴ族、SiGe、Ⅲ族氮化物等。HBT 的发射区设计中使用禁带宽度比基区大的半导体材料，因而提高了载流子注入效率和器件的电流增益。为降低基区电阻对基区可进行重掺杂；发射区保持轻度掺杂使寄生电容降低，从而提高器件频率特性。再加上高电子迁移率半导体材料的使用，使得 HBT 的频率特性大为改善。HBT 发射极条宽为 1～2 μm 的情况下其特征频率 $f_t$ 和最高振荡频率 $f_{max}$ 就已进入毫米波波段。HBT 具有很低的相位噪声，在军用低相位噪声调频系统中具有重要地位，采用 HBT 设计制成的微波功率放大

器其功率转换效率很高，适合无线通信手机功放应用。在高速 ADC 集成电路、光纤通信电路中也是主要的有源器件。

（撰写：钱　峰　审订：林金庭）

yizhi waiyan cailiao

**异质外延材料**　hetero epitaxial materials　由与衬底组分不同的物质按衬底晶格结构有序延伸排列而生长的薄层材料。由于两种材料的材质不同，常产生晶格失配及因膨胀系数不同引起的热应力等问题，因此异质外延要求两种材质的性能失配度愈小愈好。以硅为衬底的异质外延有 SiGe/Si、GaAs/Si 等；以 GaAs 为衬底的异质外延有 AlGaAs/GaAs 等；以绝缘物为衬底的异质外延有蓝宝石衬底上外延硅，又称 SOS 外延，用它制作的 CMOS-SOS 器件可实现完全介质隔离（见图），消除了寄生二极管效应，器件体积小、分布参量小、抗辐射能力强，可用于宇航及星载电子系统。




SOS-CMOS 结构

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

yimaqi

**译码器**　decoder　译码器完成的是编码器的逆操作。它是一种可以将二进制或二－十进制代码翻译或转换成一个特定输出信号的逻辑集成电路。它能在规定的序列中选定所希望的输出。在数字系统中，指令用二进制的电平系列传送，如一个指令由 4 位数组成，它可编码成 16 种二进制数的形式，有时需辨认这 16 种编码中的某一种，这一辨认步骤称为译码。译码器通常分为时序译码器和显示译码器两大类，时序译码器也称通用译码器，常用于一个数据的不同代码之间的相互变换，如“4 线－10 线译码器”、“3 线－8 线译码器”等。显示译码器是一种可将输入 BCD 代码译成显示笔段去驱动相应的数字、符号、文字显示器件的数字电路，因此也称作显示译码驱动器。

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

yishixing cunchuqi feiyishixing cunchuqi

**易失性存储器、非易失性存储器**　volatile memory, non-volatile memory　易失性存储器通常指当系统切断电源时存储在其中的信息会丢失的存储器，而非易失性存储器指一旦写入数据后即使系统切断电源，其存储的内容仍不会消失的存储器。只读存储器（ROM）属非易失性存储器。虽然大多数种类，特别是早期开发的随机存储器（RAM）属易失性存储器，但带后备电池的 CMOS RAM 以及后期开发的 NV RAM 属非易失性随机存取存储器。NV RAM 集成电路芯片是标准的 RAM 阵列与 EEPROM（电可擦编程只读存储器）阵列的组合，它具有随机存取和非易失性能，适合于存储容量不大而又需要高速存取和修改存储内容的场合。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

yintewang

**因特网**　Internet　全球范围内计算机系统和网络的集合。这些计算机网络通过主干系统互联在一起，有一套完整的编址和命令系统。凡采用TCP/IP 协议的计算机均可加入因特网并互相通信。因特网的监督活动由因特网协会（ISOC）、因特网体系结构委员会（IAP）、因特网工程研究组（IESG）和因特网学术研究组（IRSG）监督。因特网是由美国的 ARPANET 发展和演化而成的，ARPANET 是全世界第一个分组交换网。当 ARPANET 采用 TCP/IP 协议以后，使用称为网关的网络互联设备，形成了互联各种网络的网络，称为因特网。因特网的最底层是物理传输网，因特网可建立在任何物理传输网上，包括粗线、拨号电话网、X.25 网、ISDN 网、以太网、FDDI 网、ATM 网、高速的 HIPPI 接口以及无线网、卫星网等。TCP/IP 协议是实现因特网连接性和互操作性的关键，把成千上万的因特网上的各种网络互联起来。在高层，TCP/IP 协议为因特网用户提供了终端访问方式和客户服务器方式的服务工具，诸如文件传输 FTP、虚拟终端 Telnet、万维网 WWW、电子邮件 SMTP 等，用户可根据需要利用这些服务工具。因特网不仅服务于教育、研究和政府部门，而且应用于营业性的商业活动，已成为全球最大的计算机互联网。因特网是当今正在规划和建设的全球信息基础设施的原形或雏形。因特网将继续以高速度发展，并且保持其世界最大的计算机互联网的地位，新的技术、新的应用、新的服务将日益增多。

（撰写：吴荣泉　吴丽平　审订：瞿兆荣）

yintewang dianhua

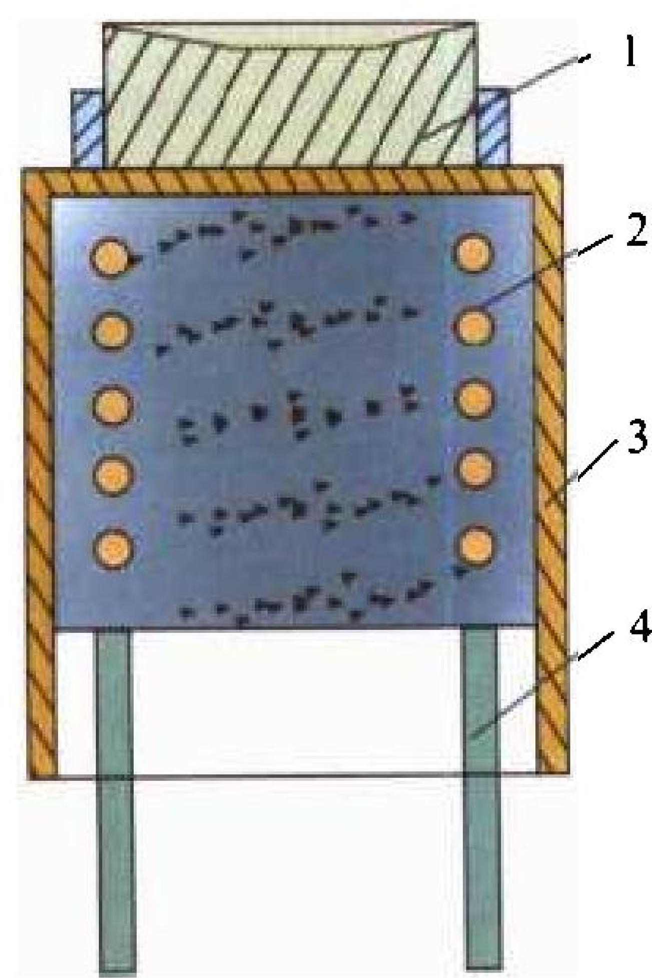
**因特网电话**　Internet telephone　又称 IP 电话。它是利用因特网作为传输媒体，实现电话（或传真）通信的技术。ITU-T 和 IETF 都组织了对 IP 电话技术标准的开发。ITU-TH-323 系列标准、IETF 的区分服务（DS）和实时传送协议（RTP）等的应用，使得 IP 电话业务在因特网上迅速发展起来。例如 ITU-TH-323 系列标准提出的基本功能单元有：网关——桥接 PSTN 和 IP 网；终端——IP 网上的 IP 电话客户；关守（gatekeeper）——负责 IP 网中信令交换和与外界的联系；多点控制器（MCU）——需要举行多方会议时所用。负责来自 PSTN 的 IP 电话接入的网关与以往完成 IP 远程接入的终端服务器的地位和作用相类似，因此两者可以进一步结合在一起，只要能自动识别上述两种不同的接入，便可按需进行动态分配通道和资源。这种话音数据的综合传输，可以降低整个网络的营运成本，特别有意义的是降低了国内国外长途电话费用，经济上带来可观的效益。但缺点是分组组装的延时和业务拥挤时造成话音样值间的延时抖动，影响了话音质量。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

yinji rezi zujian

**阴极热子组件**　cathode heater assembly　提供热阴极电子源的部件。它由热子及其固定物、阴极及其固定物、外壳组成一体。热子、阴极可共用一个外壳，但处于外壳中不同的腔内，也可以有各自外壳，通过适合的工艺将两外壳连成一体。由于其结构牢固，因而具有很高的可靠性，被广泛用于

各种类型的微波管中。其典型结构如图所示。




阴极热子组件示意图

1—阴极；2—热子固定物；3—外壳；4—热子(引出端)

（撰写：何永慎　审订：廖复疆）

yinpin shipin xinhao yasuo jishu

**音频视频信号压缩技术**　audio-video signal compression technology　对声音和图像数据进行压缩的数字编码技术。它是信息论中的通信编码理论与计算机图像处理、声音处理相结合的用于多媒体系统的综合技术。音频视频信号采用数字化表示后数据量十分庞大，例如视频的彩色数字图像数据量高达 150 Mb/s 左右，对其进行数据压缩，是多媒体系统中的关键技术。它的主要任务是在保证声音、图像质量的情况下，尽量减少所需要的数据量(即比特数)。用于声音图像数据压缩的方法很多。根据编码中信息的保持情况可分为有失真和无失真编码两大类。但从压缩的方法来分，主要有：⑴ 变换编码。这里主要指正交变换，常用的有离散傅里叶变换(DFT)、离散余弦变换(DCT)、沃尔什变换、哈尔变换和 K–L 变换。⑵ 预测编码。常用的方法是差分脉冲编码调制(DPCM)编码法。⑶ 统计编码。常用的有 Huffman 编码、Shannon–Fano 编码和算术编码，它们均是变长码。⑷ 对数字图像还有行程码和等值线码两种常用压缩码。在实际的多媒体系统中，单一的编码法所产生的压缩率通常不能满足系统的需要，因此常采用多种基本编码法相结合的方案，称为混合编码。　（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

yinjiashen tanceqi

**铟镓砷探测器**　InGaAs detector　采用 InGaAs 化合物半导体制成的一种短波红外光伏探测器。其截止波长可通过改变三元化合物半导体中 InAs 与 GaAs 的配比加以控制而达到 2.6 μm。产品有 PIN 结光电二极管和雪崩光电二极管两种，主要用于 1.3 μm 和 1.55 μm 的光纤通信中。

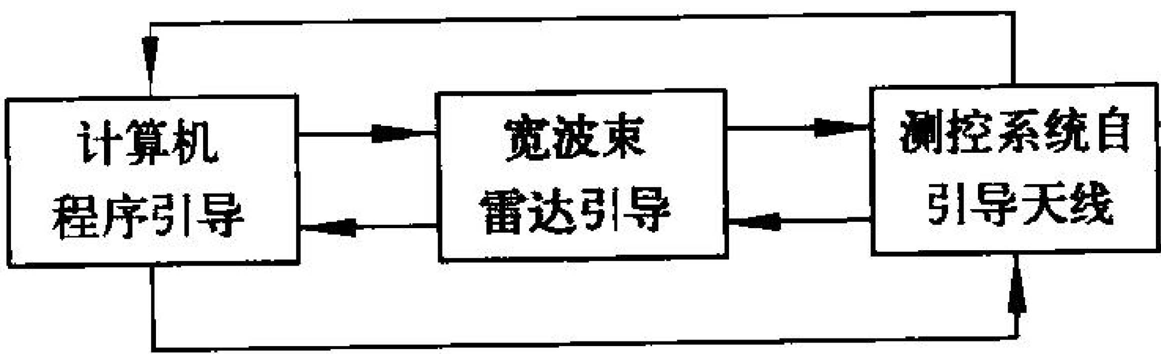
（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

yindao leida

**引导雷达**　guiding radar　一种用来引导我机进入目标区域去截击敌机的雷达。它可以比较准确地测定敌机的高度、方位和距离等信息，把测得的数据及时报知我机，以便顺利地找到敌机进行截击。其特点是既要有一定的作用距离和发现概率，还要有较高的定位精度和数据率，以保证有较宽的引导空域和实时的准确引导。它一般由三坐标雷达(如 V 形波束雷达、多波束 3D 雷达、频率或相位扫描 3D 雷达等)担任，也可由二坐标雷达和测高雷达共同组成的配高制 3D 雷达系统担任，机载预警与控制系统(AWACS)也能很好地完成引导任务。　（撰写：谢成学　审订：孙继云）

yindao xitong

**引导系统**　pilot system　向测控系统提供航天器空间坐标信息和航天器下行载波多普勒频率信息，使其能及时捕获和跟踪航天器的系统。主要用于提高系统对航天器的截获概率。测控系统的引导可分为“角度引导”和“频率引导”两种。角度引导，为了获得高的测角精度和降低发射功率，通常航天测控系统均采用高增益天线，其波束宽度在 0.5°～3° 之间或更窄，为此，在航天测控系统中均借助角度引导设备完成对航天器的快速跟踪。常用的角度引导有宽波束雷达引导(又称模拟引导)、计算机程序引导(又称数字引导)以及二者的联合引导。引导关系如图所示。此外，测控系统自身还可在一定空域进行有规律的方位、俯仰角扫描，作为一种辅助的角度截获手段。频率引导，由于航天器有很高的运行速度，测控系统收到航天器下发的信号载波频率将附加有未知




引导系统与测控系统互引导关系

的多普勒频率。为了使测控系统能较快地锁定下行信号载波频率，在接收机中采用频率引导和频率扫描设备。常用的频率引导有模拟频率引导(窄带滤波器法)和数字频率引导(FFT 谱分析法)。不管采用频率引导法还是频率扫描法，都需要注意防错锁问题，以免使接收机载频锁相环错误地锁定在副载频上，造成错误的跟踪。

（撰写：孙鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

yinxian jianhe shebei

**引线键合设备**　lead bonding equipment　用于焊接半导体器件和集成电路电极引出线的设备。引线键合设备有热压键合台、热压超声键合台和超声键合台等。热压键合采用加热加压的原理，而热压超声键合则采用加热加压加超声的原理。由于通过加超声可降低热压焊温度，提高了键合强度，有利于器件的可靠性，因此，热压超声键合已逐步取代了热压键合。热压超声键合一般用于 Au–Au 球焊。超声键合是利用超声波的能量，在常温下进行 Al–Al 直接键合，键合速度快，可靠性高。随着大规模、超大规模集成电路的发展，器件组装密度不断提高，相应地出现了新的引线键合方法和设备，如自动载带键合设备、球栅阵列焊接设备、倒装焊设备等，可将带有凸点的芯片和封装框架上的焊点，直接对准，一次完成芯片引线键合。　（撰写：乔宝文　审订：陈效建）

yinbi zhuisao leida

**隐蔽锥扫雷达**　conical scan on receive only radar　隐蔽锥扫是圆锥扫描的一种特殊形式，它的发射波束不作扫描，波束中心与天线轴线一致。接收波束作圆锥扫描，敌方侦察接收机不能侦知雷达圆锥扫描的特性(扫描频率、相位)，故称隐蔽锥扫雷达，它具有一定抗回答式角度欺骗干扰的能力。

在单脉冲跟踪雷达广泛使用以前，部分火控雷达上曾采用这种体制。（撰写：张锡熊 审订：王松山）

yinzhi raozu zhiliu sifu diandongji

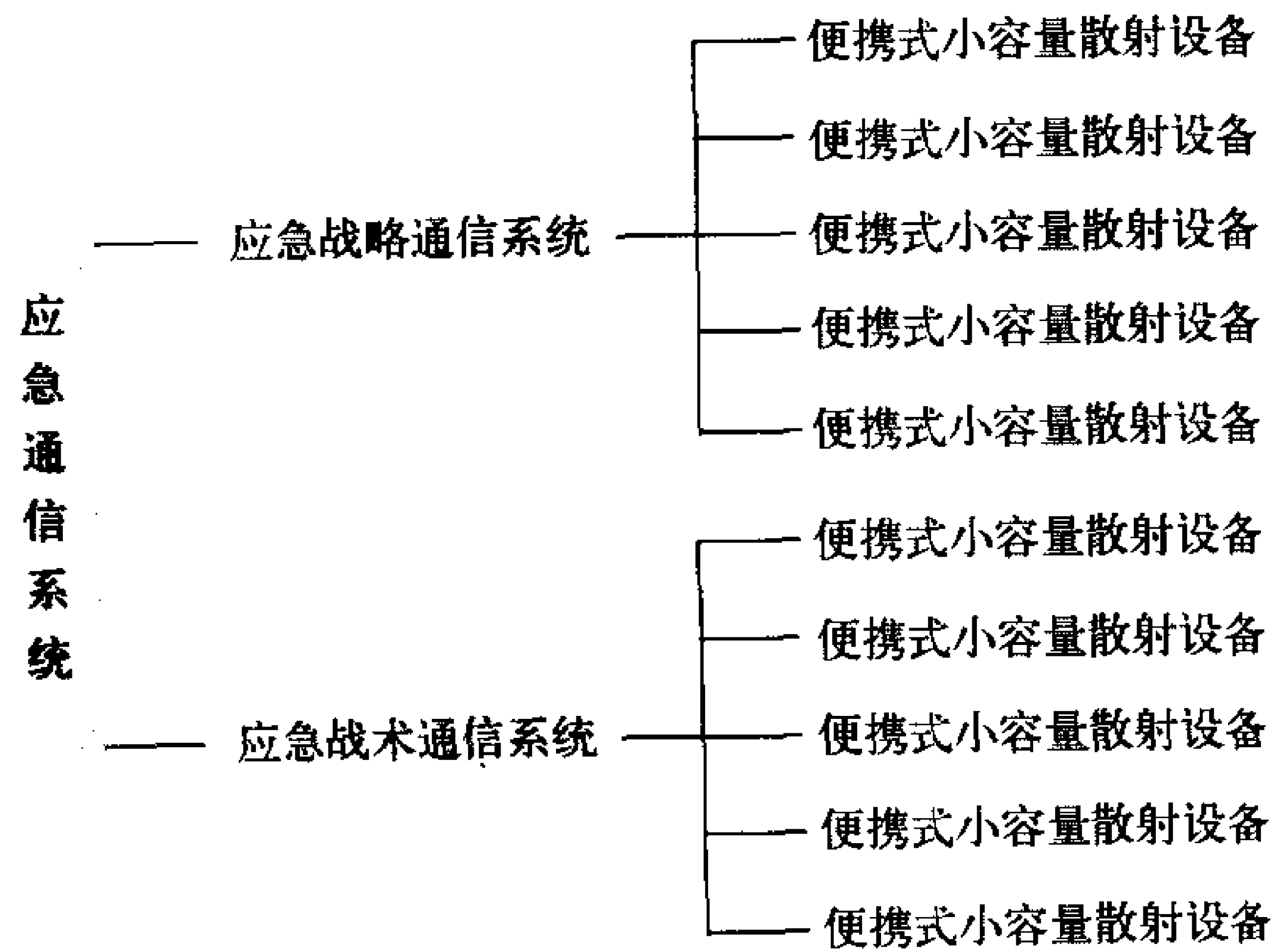
**印制绕组直流伺服电动机** printed direct current servo motor 一种应用印制电路工艺或冲制工艺制成电枢绕组导体，并粘合成片状多层电枢的无铁心永磁式直流电动机。它具有转矩波动小、损耗小、电气噪声小、过载能力强等优点。其特点是转矩转动惯量比大，时间常数较小。印制绕组直流伺服电动机应用于磁记录仪或其他要求电气时间常数小、低速运行平稳的自动控制系统中。（撰写：何松波 审订：鲁 华）

yingdashi ganrao

**应答式干扰** transponder jamming 又称为振荡回答式干扰。收到敌方辐射的射频脉冲或连续波信号后，瞬时测出它的射频频率(绝对频率或相对频率)，并把干扰信号频率调谐到入射的射频信号频率上，经虚假信息调制后再发射出去所形成的一种干扰。应答式干扰的特点是瞬时测量所接收的信号频率，并将振荡器快速调谐到该频率上。应答式干扰的优点是：能长时间保存瞬时测得的频率参数，以便在需要时应用；可实现的干扰样式多，既能实施各种脉冲干扰，又能进行连续波调制干扰。应答式干扰多被用来实施欺骗干扰，是广泛应用的一种干扰方式。（撰写：王 燕 审订：索以宾）

yingji tongxin

**应急通信** emergency communication 专门为应付重大危急事件而采取的通信组织和措施。在现代战争的敌方软杀伤、硬摧毁，以及战场意外条件下，为保障最高统帅部对部队、重大武器系统和保障系统的指挥控制，一方面要在常规通信系统中采取必要的抗毁顽存措施，诸如在战略网中采用多路由、多方式，与民用网互联并利用空中(空间)移动通信平台(飞机、卫星等)立体组网；在战术通信中利用通信系统的机动性、隐蔽性、无中心节点自动组网等手段等。另一方面还要采取一些特殊的联络手段，统称为应急通信。对于应急通信要求具有“打不断、炸不烂”，机动灵活，可快速部署的能力。应急通信可以分为战略级和战术级。一般应急通信的设备和系统如图所示。




应急通信系统设备和系统

（撰写：智少游 审订：汪思荣）

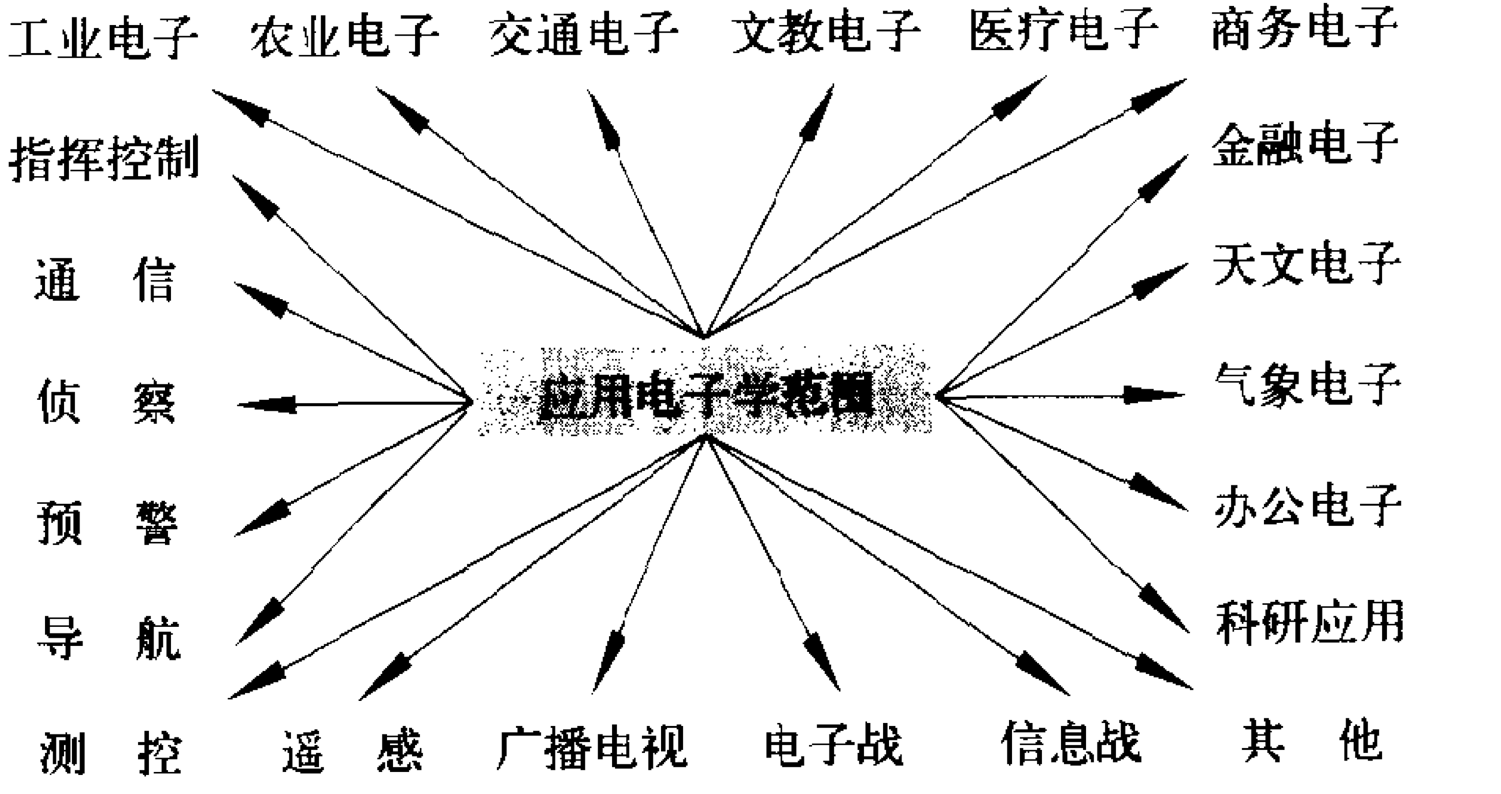
yingyong chengxu jiekou

**应用程序接口** application programming interface (API) 用于开发用户应用软件的一种标准约定，简称API。应用程序接口(API)提供应用程序访问操作系统或其他服务的一种约定，它提供源代码级服务并在应用和核心之间作一定程度的抽象，便于在各种不同类型的计算机平台之间进行移植。API还提供高级语言和低级语言之间的接口。它提供的接口服务包括：文件服务、异常处理、存储管理、设备操作、数据库管理及因特网和网络支持等接口。应用程序接口大多以库(静态库和动态库)的形式存在。

（撰写：张晓先 吴家华 审订：瞿兆荣）

yingyong dianzixue

**应用电子学** applied electronics 研究电子学应用的一个电子学分支。电子学的应用十分广泛，现已渗透到国防、工业、农业、交通、文教、医疗卫生、科学研究等各个领域，如图所示。随着电子学本身的发展，应用电子学的深度和广度还将不断拓展。




应用电子学范围

（撰写：黄史坚 审订：邝心湖）

yingyong fuwuqi

**应用服务器** application server 泛指信息网络中能向网络客户提供各种应用信息服务的一类计算机平台或站点。由计算机和各种服务软件组成。它在信息系统中直接向特定的一个或一组产品提供增值能力，直接从事与信息的内容及其具体应用相结合的活动，往往由公司或政府团体承担此类角色，所以也叫做“结构角色”，在功能术语中称作应用服务，实现这类功能的服务器叫做应用服务器。应用服务器在信息行业或军事信息系统中可以作为基本的价值链，以期实现信息的增值。提供的应用服务有：⑴固有信息服务，可在信息流中提供固定的信息内容，如信息行业提供的美术图片、在军事信息系统中的军事地图等；⑵信息元素服务，可以提供各种原始信息元素，以便加工制作成完整的信息，如信息行业利用照片库为旅游服务部门制作旅游宣传品，在军事信息系统中利用图像库和侦察情报的融合处理，形成图像情报；⑶信息增值服务，在一般信息的基础上进行增值，使其对端用户是可用的、如在信息行业中提交信息服务、在军事信息系统中向指挥控制中心提交信号情报和图像情报的服务；⑷提供端用户服务，向私人、团体等提供基于信息的服务，如在信息行业中向端用户提供特定信息的服务，在军事信息系统中向指挥所和首长提供及时更新的态势图。应用服务在军事应用中专指使命(任务)应用部分的服务，通常包括指挥控制、情报侦察、预警探测、信息对抗、后勤保障等功能系统。相互之间提供信息服务，并起着信息增值的作用。

（撰写：智少游 审订：汪思荣）

yingyong ruanjian

**应用软件** application software 面向特定应用领域，为解决某个或某类给定问题而设计的软件。它是一个完整的、独立的、能为用户完成特定功能的程序。应用软件在操作系统等系统软件支持下运行，它是与诸如操作系统内核、服务程序以及支持应用程序的库等系统软件相对应的专用软件，通常由开发商为用户专门定制，或者由用户自行编写。像文档、电子表格的编辑器、财务软件、制造业资源管理软件、网络应用领域中的 FTP、电子邮件、Telnet、WWW 等都是常见的应用软件的例子。

（撰写：张晓先 吴丽平 审订：瞿兆荣）

yingcipan

**硬磁盘** hard disk 一种硬质圆片状磁性表面记录媒体。它是构成磁盘存储器的重要部件。硬磁盘由盘基（基片）及附着在它两圆面上的底层、磁性记录层、保护层、润滑层构成。这是一种需要在特殊条件下经多道工序精密加工而成的制品。基片材料多年来一直以硬质铝镁合金为主。近来在 89 mm (3.5 in) 及以下的微、小型硬盘中也有采用玻璃材料的，开发中的还有玻璃釉陶瓷基片等。磁记录层有颗粒涂敷磁层和连续薄膜磁层两种类型。铁氧体磁层和含钴铁氧体磁层均属颗粒涂敷磁层，应用较广，磁层厚度可达到 0.4～0.5 μm，已是涂敷工艺的极限。金属镀膜、金属溅射膜、铁氧体溅射膜等均属连续薄膜磁层工艺，很适合高密度记录。硬质铝镁合金基片的制作工序是：合金片经初车、钻石车刀静压端面车床精车、热压整平、研磨、阳极氧化膜制作、去离子水清洗等。（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

yongcishi zhiliu diandongji

**永磁式直流电动机** permanent magnet direct current motor 由永磁材料建立磁场、应用直流电运行的电动机。它利用换向器和电刷将直流电源的电流引入电枢绕组，并实现换向。由于电磁感应的作用，在不同极下流过不同方向的电流会产生同一方向的力和转矩，使得电动机沿同一方向旋转。永磁式直流电动机的工作性能以机械特性 $T_e = f(n)$ 和调节特性 $n = f(U_a)$ 为表征，这是两组平行的曲线簇，见图 1 、图 2 。

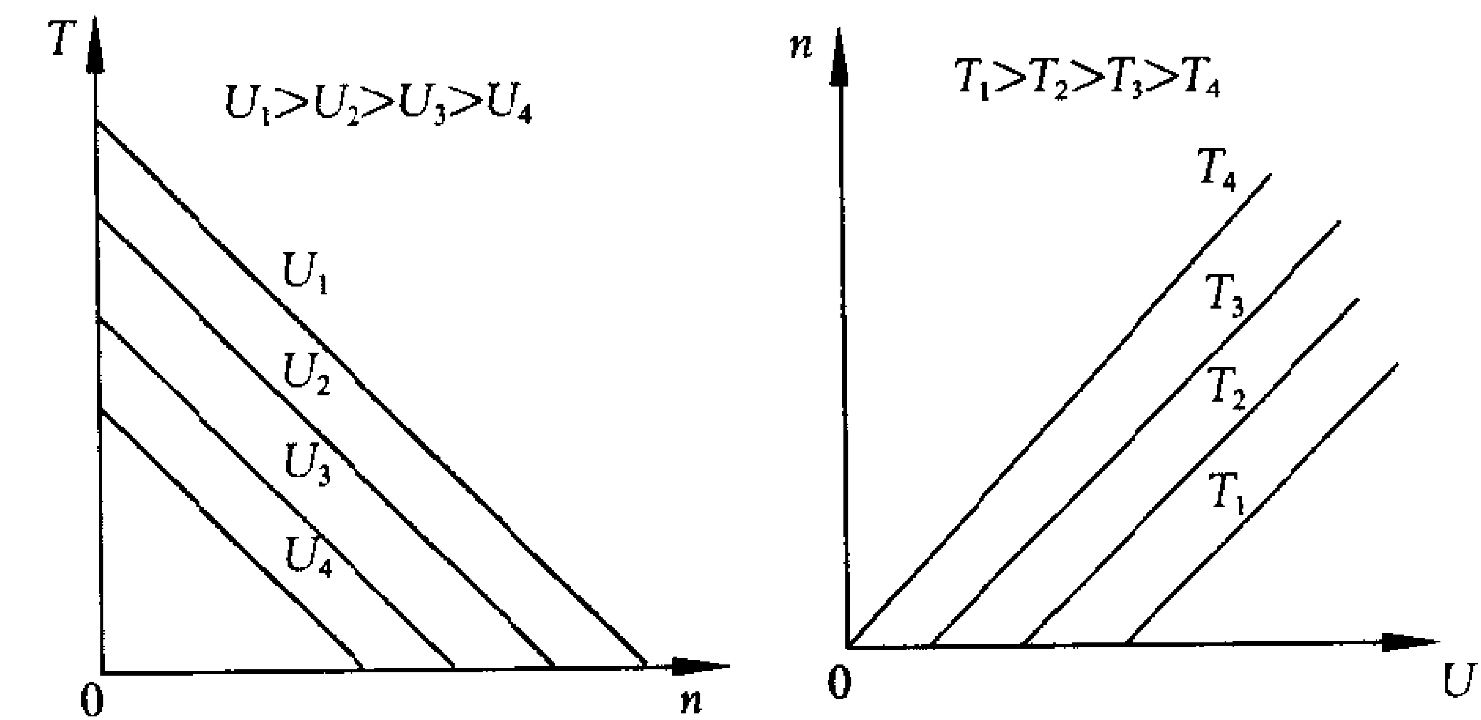



图 1 机械特性
T—转矩；n—转速

图 2 调节特性
n—转速；U—电压

由于其性能良好、控制方便，在各种驱动控制系统中应用最为广泛，例如用作导弹的舵机驱动等。

（撰写：何松波 审订：鲁 华）

yongcishi zhiliu liju diandongji

**永磁式直流力矩电动机** permanent magnet direct current torque motor 一种工作在连续旋转状态，能与负载直接耦合，以输出转矩为主要特征的低速永磁式直流电动机。永磁式直流力矩电动机一般采用多对极结构，呈薄饼形状，其反电势系数和力矩灵敏度比永磁式直流电动机都高，可获得低速大转矩。为适应系统总体结构要求，永磁式直流力矩电动机可采用分装式结构，向用户提供定子、电枢、电刷组件三大件。它具有高的转矩惯量比，转速低，可不经减速器直接驱动负载，大大减化系统结构，提高系统的刚度、精度、快速性和稳定性。这些特点，使它在舰船、飞机、导弹、火箭等的惯性平台上作为驱动控制获得成功地应用。

（撰写：何松波 审订：鲁 华）

youzhi

**优值** figure of merit 判别材料热电性能优劣的主要指标，又称为材料的品质因素。常用符号 $z$ 表示，其定义为

$$z = \alpha^2\sigma / \kappa$$

式中 $\alpha$ 为塞贝克系数；$\sigma$ 为电导率；$\kappa$ 为热导率。优良的温差电材料具有较高的优值。在室温范围，$Bi_2Te_3$ 材料是优良温差电材料，具有较高的优值。室温下，$Bi_2Te_3$ 材料的电导率一般在 $10^4 \sim 10^5\ \Omega^{-1}m^{-1}$ 的范围内。优值 $z$ 的表达式中塞贝克系数 $\alpha$ 是以平方的因子起作用。室温下，$Bi_2Te_3$ 材料的塞贝克系数的值一般在 150～200 μV/℃ 的范围内。高电导率要求载流子的浓度较高，而高塞贝克系数要求较低的载流子浓度，因此，理想的载流子浓度的大小，应使 $\alpha^2\sigma$ 项达到最大值。一般载流子浓度约 $10^{25}/m^3$ 时，温差电材料的 $z$ 值较大。温差电材料的 $z$ 值与热导率存在反比的关系。热导率包括晶格热导率和载流子热导率两部分，室温下，$Bi_2Te_3$ 材料的热导率的数值一般在 $1.5 \sim 2.0 \times 10^{-2}$ W/(cm · K)。由于载流子浓度（$10^{25}/m^3$）基本确定，所以载流子热导率的变化很小。因此，选择高 $z$ 值温差电材料的研究工作，在很大程度上是从降低晶格热导率的方向入手。目前，室温下，$Bi_2Te_3$ 材料的 $z$ 值可达到 $3.0 \times 10^{-3} K^{-1}$。在温差电学中通常使用无量纲优值 $ZT$ 来表示温差电材料的热电性能的优劣。$T$ 为温差电材料在使用时的平均温度。

（撰写：王泽深 审订：张建中）

youji cixing cailiao

**有机磁性材料** organic magnetic materials 被磁化了的有机材料，具有超常的磁性。25 年前，理论上预测有机磁性体将会出现，可是一直到 1986 年才真正诞生。这就是俄罗斯物理学家奥布琴柯开发的碳磁性体（磁化强度达到 $15 \times 10^{-4}$ T）。随后日本工业研究所用氨分解法制得的碳磁性体，其饱和磁化强度也达到 $16.2 \times 10^{-4}$ T。有机磁性材料按其原料的不同分为碳有机磁体、有机原子团结晶体、有机金属错体、有机高分子体四种。这种磁性材料造价低，重量轻，容易设计。它广泛用于传感器、绝缘体以及复印用调色剂、癌症温热疗法使用的材料和诊断用造影剂等。

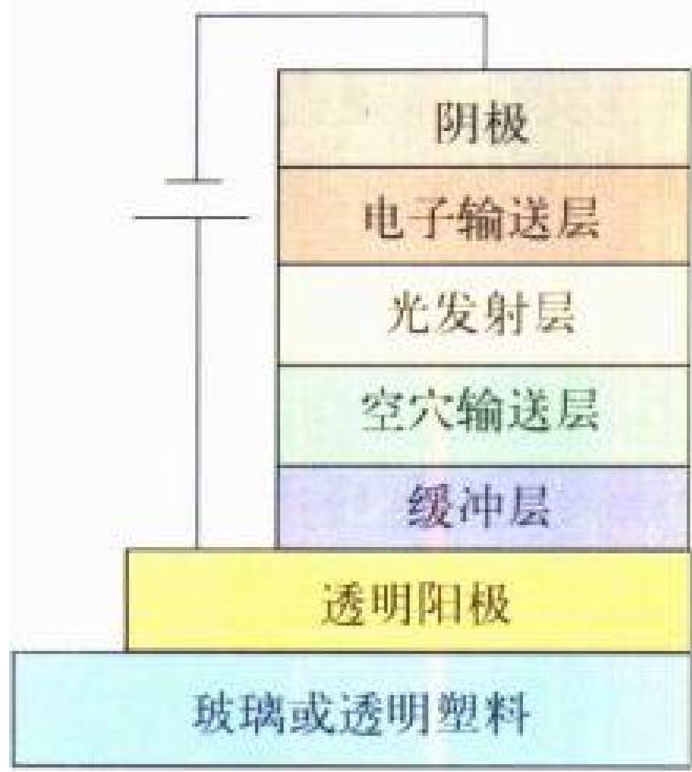
（撰写：余声明 审订：沈能珏）



youji faguang xianshiqi

**有机发光显示器** organic light-emitting diodes displays (OLED) 由有机发光二极管阵列构成的显示器件。其基本结构是由有机发光层、有机电子输送层和有机空穴输送层以及上下驱动电极等构成（见图）。器件结构可分单层结构和多层结构、有源和无源等类型。采用的功能材料按分子结构分为小分子有机材料和聚合物高分子材料两大类，导电类型和

发光颜色等性能由染料、稀土材料等掺杂剂调制。器件的基本工作原理是基于在电场作用下从两侧电极分别注入的电子和空穴在有机发光层中发生复合而产生发光效应。OLED具有全固态、主动发光、驱动电压低、功耗小、发光效率高、亮度高、响应速度快、视角宽、光谱宽以及制造工艺简单、成本低、可制成柔性平板等优点。在应用方面，OLED作为二维光源可用作各种背光源、作为显示器替代LCD用于通信手机、车辆、计算机终端、电视等。在军用领域，可制成各种具有高度柔性的显示系统。自1987年美国Kodak公司的C. W. Tang等人制成双层结构的有机发光二极管以来，OLED技术发展非常迅速。目前OLED已从实验室走进市场，单色器件已在汽车上使用。全色器件开始在无线手机使用，5 in 640×480像素VGA（视频图形阵列）彩色OLED显示器和眼镜式显示器已研制成功，大尺寸OLED显示屏正在研究开发之中。



OLED器件基本结构和典型材料

（撰写：莫火石 审订：林金庭）

youxian tongxin

**有线通信** wired communication 在收发信设备之间存在有实体导引电磁波或光波传播的通信方式。导引实体可以是导线、同轴线、波导管，也可以是光导纤维。这些导引实体的选择与设计制造都有利于电磁波或光波沿规定的线路传播，使能量集中在导线附近或约束在波导或光纤内，如铜线、同轴线、波导或光导纤维。这些导引实体可以架于空中，也可以敷设于地下或水下。与无线方式相比，有线通信辐射小，保密性较强，不易受干扰，传输质量高、工作稳定等。其缺点是建设费用高，受到架设的限制，不便于机动。有线通信在国家和国防信息基础建设中占有重要地位。

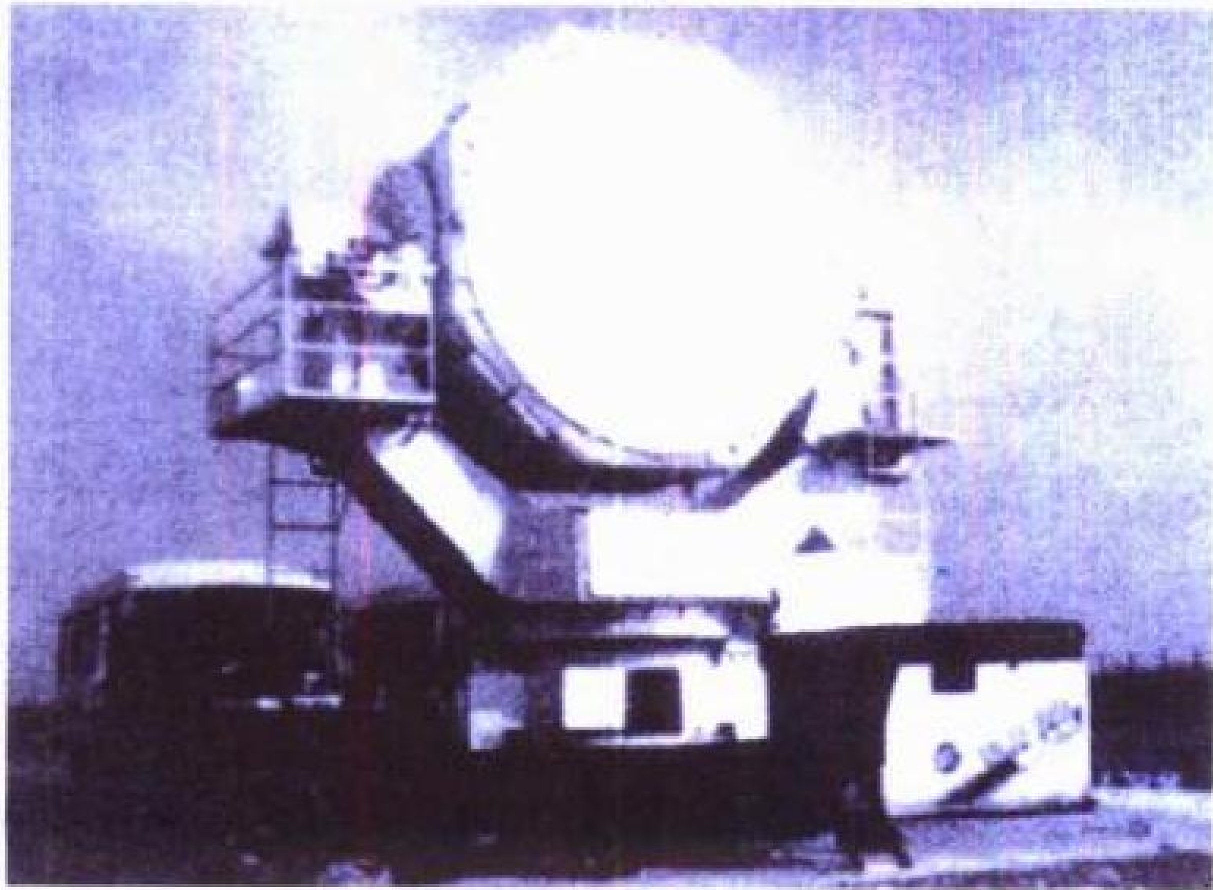
（撰写：李振邦 审订：程 蝉）

youxian jiaodu xiangsao leida

**有限角度相扫雷达** limited sector phase-scanning radar 又称有限相扫雷达。是指天线波束相扫范围较窄的相扫雷达，亦即天线波束扫描角度不大的相控阵雷达。采用平面相控阵天线的相扫雷达的最大扫描范围约在±60°范围内。在角度上扫描范围越大，天线阵面上的天线单元数目也越多，阵面上天线单元之间的间距$d$与天线波束最大相扫角度$\theta_{max}$之间存在以下关系

$$d \leqslant \lambda / (1 + |\sin\theta_{max}|)$$

最大扫描角$\theta_{max}$增加将导致天线单元间距的减小，对口径一定的相控阵天线，意味着天线单元数目的增加。对一个在方位和仰角平面均可相扫的相控阵雷达，天线单元数目将增加更多。因此，当要求的观测空域范围较小时，常采用有限相扫雷达，以减少天线单元数目，大大降低雷达的造价。相扫角度范围减小以后，为了延长对目标的跟踪观测时间，可以将有限相扫阵列天线安装在一个机械转动的天线座上，以机械转动方式将天线阵面法线对准重要目标。如图所示为一种有限相扫雷达，用于载人航天任务中（参见相控阵雷达）。


多目标精密跟踪相控阵雷达

（撰写：张光义 审订：王德纯）

youxiao ganrao shanmian

**有效干扰扇面** effective jamming sector 干扰信号在被干扰设备的终端显示器上形成有效压制的扇形区域。它指在最小干扰距离上干扰能够完全压制欲干扰信号的扇面，即在此扇面内受干扰的电子设备完全不能发现目标。有效干扰扇面与很多因素有关，既和干扰参数、干扰机位置有关，还和被干扰设备的参数及目标的有效反射面积等有关。有效干扰扇面是计算干扰功率时经常要用到的概念。

（撰写：王 燕 审订：索以宾）

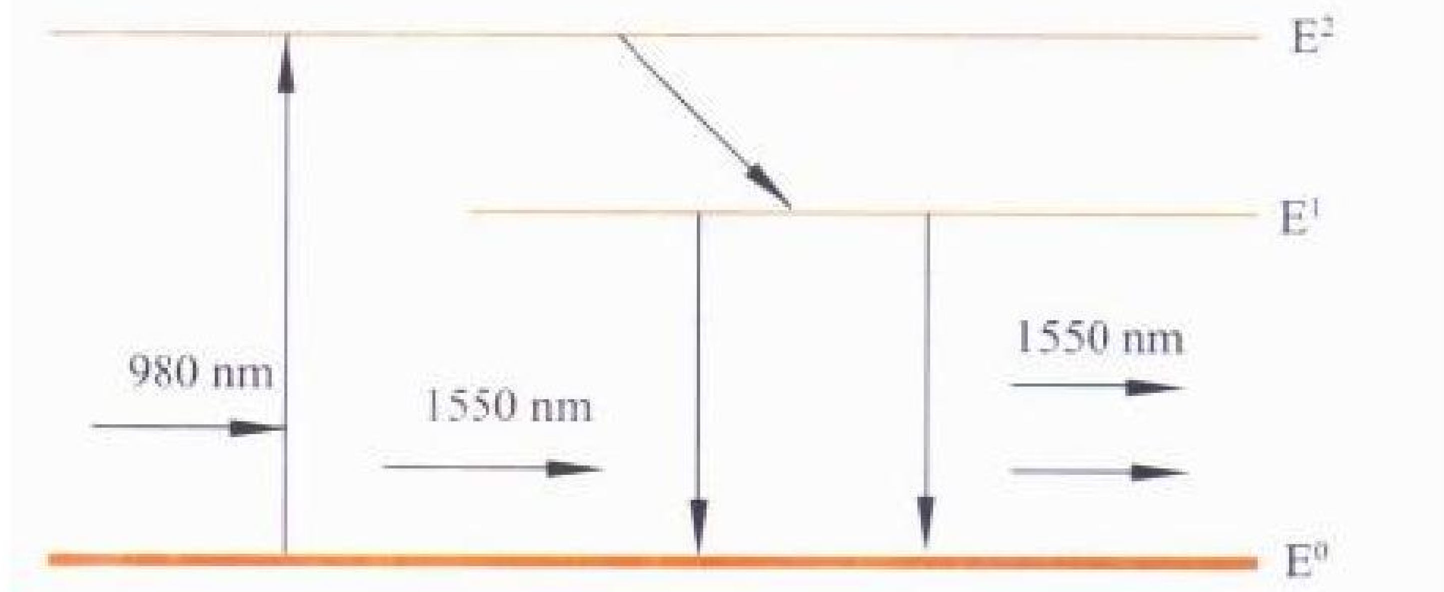
youyuan ganrao

**有源干扰** active jamming 又称积极干扰。指有意发射或转发某种类型的电磁波，对敌方电子设备进行压制或欺骗的一种电子干扰。有源干扰可按干扰的作用性质、干扰对象、干扰产生方法、干扰波形等多种方法分类。按干扰的作用性质，可分为压制性干扰和欺骗性干扰。按干扰对象，可分为通信干扰、雷达干扰、导航干扰、引信干扰及光电干扰等。按干扰的产生方法又可分为引导式干扰和回答式干扰。按干扰波形，可分为非调制干扰和调制干扰。有源干扰广泛应用于对雷达、通信、制导、导航、光电等电子设备的干扰。

（撰写：何志诚 修订：王 燕 审订：索以宾）

youyuan guangxian

**有源光纤** active optical fiber 在泵浦光的作用下对传输的光信号产生直接光放大的光导纤维。这一功能是通过在光纤的纤芯中掺入Er、Yb等稀土离子来实现的，原理如图所示。用980 nm的激光（泵浦光）将$Er^{3+}$基态$E^0$电子泵浦到激发态$E^2$，$E^2$上的电子驰豫到亚稳态$E^1$上实现粒子数反转，当1550 nm信号光（光通信传输光波长）入射时发生受激辐射，实现光放大。采用有源光纤可实现无中继长距离光通



$Er^{3+}$激光放大原理

信，目前用掺铒光纤放大器作发射端的功率放大或接收端的前置放大，可使光纤通信中无中继距离增加到 300 km。

（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

youyuan juzhen yejing xianshiqi

**有源矩阵液晶显示器**　active matrix liquid crystal display (AMLCD)　每个液晶像素上串接一个有源器件所组成的有源矩阵显示器件。串接有源器件后，液晶像素不再具有双向导电的特性，使电压在矩阵阻抗电路上的分配所引起的串扰得以克服。依靠存储电容的帮助，液晶像素两端的电压可以在一帧时间内保持不变，从而使占空比接近于 1。这就从理论上消除了扫描行数增加时对比度降低的矛盾，从而获得很高的显示质量。根据像素上所加的有源器件类型，可分为二端型和三端型两种。二端型主要是二极管阵列，三端型则是薄膜晶体管 (TFT) 阵列。AMLCD 已广泛用于军用飞机座舱和微型计算机终端。　（撰写：王戎瑞　审订：梅遂生）

youyuan lüboqi

**有源滤波器**　active filter　滤波器是一种能使一部分（有用）频率的信号顺利通过而同时使另一部分（无用）频率的信号受到较大衰减而被抑制的电路装置。有源滤波器是借助有源电路实现其性能和功能的滤波器。有源滤波器按幅频特性分为低通型（LPF）、高通型（HPF）、带通型（BPF）、带阻型 (BEF)、全通型 (APF) 五类；按其传递函数的不同可分为一阶、二阶和高阶多种。传统的无源滤波器的结构以 $L$、$C$、$R$ 无源元件为基础，而集成化的有源滤波器是采用有源电路或元件（如放大器、MOS 开关电容、FET 有源电感和负阻元件等）作为基本构件。在技术发展初期采用由运算放大器与 $RC$ 反馈网络构成滤波电路，而目前大部分采用由 MOS 开关电容和运算放大器构成开关电容滤波器电路。后者在处理速度、精度和稳定性等方面比前者更优，且结构更为简单。有源滤波器在工程上常用于信号处理、数据传送和抑制干扰。

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

youyuan tance jishu

**有源探测技术**　active detection technology　又称主动探测技术。由探测设备本身辐射的能量照射目标后，通过接收从目标散射的信号探测目标的技术。有源探测技术的优点是：探测时，不依靠被探测目标发射的信号及其自身的辐射，不会因被探测的目标“静默”而失效；自主性强，是军用和民用探测设备广泛使用的技术（如雷达、激光探测器等）。缺点是：探测设备发射信号会暴露自己的位置，在军事应用中会招致对方的警觉、干扰或攻击；自身发射信号也不适用于某些不能提供足够初级能源的载体。因此导弹制导中的末制导，就针对不同情况分别选用被动、半主动与主动等探测技术。　（撰写：黄为倬　审订：张光义）

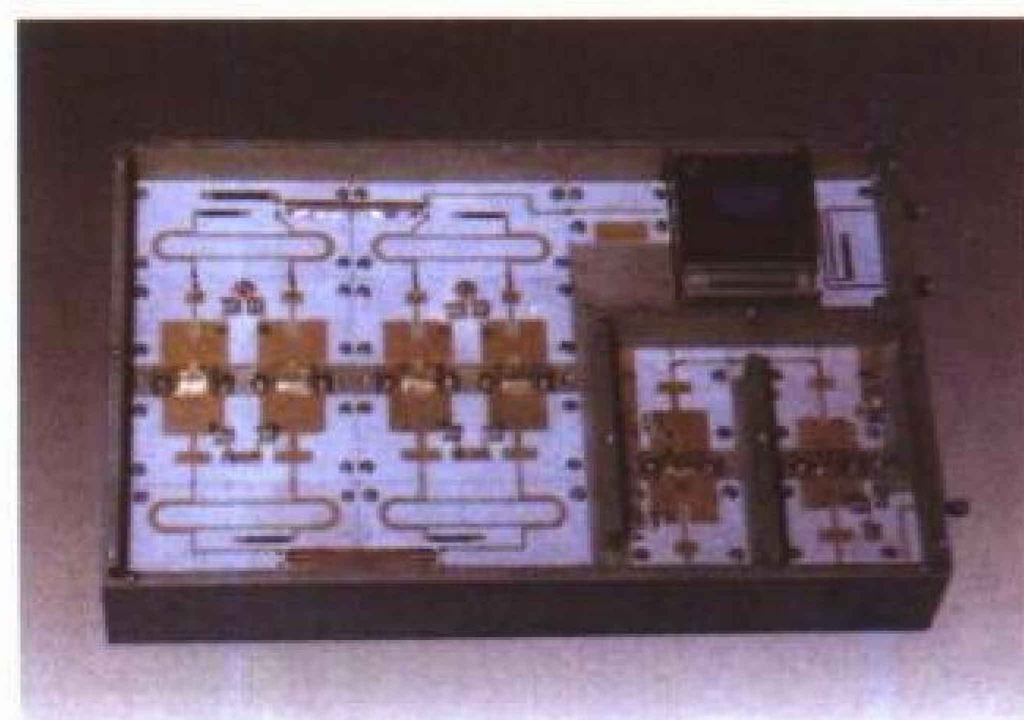
youyuan wuyuan zonghe tance dingwei xitong

**有源无源综合探测定位系统**　active/passive synthesized detection location system　将一个或多个有源和无源的探测设备有机地组合起来，并进行综合控制和管理所构成的探测定位系统。单独的有源或无源定位技术均存在一定的弱点。在有源无源综合探测定位系统中，有源系统和无源系统的优势可以互为补充，共同构成功能强大的探测定位网，具有强大的功能。它的优势主要体现在：系统中传感器之间能互相印证，可以排除虚警、消除模糊，更准确可靠地估计警戒空域内目标数量及位置；系统中的传感器可以相互支持、相互提示，从而获得更全面的目标信息；可以在现代战争的复杂、恶劣战场环境中取长补短，提高系统反侦察、抗干扰、抗恶劣环境影响的能力；可以提高系统反应速度，缩短响应时间，有效确保现代战争战术的需要；可从各自不同侧面提取目标特征信息，更有利于分析、判断威胁。

（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

youyuan xiangkongzhen jishu

**有源相控阵技术**　active phased array technology　有关实现有源相控阵天线的技术。当相控阵列天线的每一个天线单元通道中含有放大器、振荡器或混频器等有源部件时，被称为有源相控阵天线。对发射与接收共用的有源相控阵天线，每个天线单元通道上都有一个发射/接收组件 (T/R 组件)，其中包含发射功率放大器、低噪声放大器、移相器、衰减器、收发开关、天线波束控制电路等（参见雷达收发/组件）。发射/接收组件及其中的主要功能电路（发射功率放大器、低噪声放大器、移相器等）的设计、制造与测试技术是有源相控阵技术的一个主要内容。高性能、高可靠、低成本的发射/接收组件是基于高功率固态功率器件、单片微波集成电路 (MMIC)、超大规模集成电路和先进的微电子组装工艺等基础上的高技术产品。如图所示为 L 波段有源相控阵天线中的发射/接收组件。　（撰写：张光义　审订：王德纯）



L 波段有源相控阵天线中的发射/接收组件

youyuan xiangkongzhen leida

**有源相控阵雷达**　active phased array radar　采用有源相控阵天线的相控阵雷达，也是一种电扫描雷达。有源相控阵雷达天线阵中每一个天线单元或子阵上均有一个 T/R 组件，这使有源相控阵雷达具有一些显著的特点和优点：可获得足够大的天线阵面辐射功率；可降低相控阵天线中馈线网络即信号功率分配/相加网络的功率损耗；由于馈线损耗降低，与无源相控阵雷达（指集中馈电的相控阵雷达）相比，降低了对发射机总输出功率及发射初级电源容量的要求，降低了馈线系统承受高功率的要求；接收系统易于获



全固态三坐标有源相控阵雷达

得更大的动态范围。有源相控阵雷达的上述特点适合于观测远距离高速飞行目标。美国在20世纪70年代建成的用于空间监视和弹道导弹预警的AN/FPS−115（“铺路爪”）就是有源相控阵雷达，共有1792个固态发射/接收组件，为整个天线阵面提供600 kW峰值功率和150 kW平均功率。80年代以来，固态有源相控阵天线已开始广泛应用于各种战术雷达。随着固态发射/接收组件成本的降低，有源相控阵雷达将成为相控阵雷达发展中的主流（参见*有源相控阵技术*、*相控阵雷达*、*相控阵技术*）。（撰写：张光义 审订：王德纯）

youyuan xiangkongzhen tianxian

**有源相控阵天线** active phased array antenna 由有源组件（又称收/发组件）与天线阵列中的每一个辐射单元（或子阵）通道直接连接而组成的相控阵天线，这些有源组件与其相对应的辐射单元构成了阵列的一个模块，它具有只接收、只发射或收/发的功能。有源相控阵天线除具有无源相控阵天线的功能之外，还有一些其他重要的特点。由于有源组件直接与天线单元相连，收、发位置前置（降低了系统的损耗），且阵面有源模块间形成独立的系统，从而提高了有源相控阵雷达的信/噪比和辐射功率，也提高了系统的可靠性（或称冗余度）。另外通过控制每个有源模块的幅相，可在射频上形成自适应波束，提高有源相控阵雷达系统的抗干扰能力。有源相控阵天线在陆基、海基、空基直至天基雷达上均已得到应用。随着单片微波集成电路（MMIC）技术的不断发展与成熟，它将逐步取代现有的无源相控阵天线。目前由于有源组件的制造成本较高、系统较无源相控阵天线复杂，使得有源相控阵天线在实际应用中受到一定的限制。有源相控阵天线所用的有源组件中的发射组件大多采用了固态功率器件，因此也称为固态有源相控阵天线。

（撰写：高 铁 审订：方能航）

you'er

**诱饵** decoy 用于引诱跟踪系统和制导（导引）系统的假目标。诱饵通常由箔条干扰弹、红外干扰弹、一次性使用的干扰机形成。从干扰频段上，通常分为雷达诱饵、红外诱饵、激光诱饵和声诱饵。从结构上，可分为飞行（伴飞）式、拖曳式和悬浮式诱饵。当飞机、舰船等目标受到探测设备和制导武器跟踪时，采用诱饵干扰，使探测设备和制导武器跟踪诱饵或跟踪目标与诱饵的能量反射（辐射）中心。使用诱饵时，一是要求诱饵的反射（辐射）能量要大于被保护目标反射的能量，通常要求大2～3倍；二是要求其反射（辐射）特性（信号）接近被保护目标或与之相同；三是要求诱饵形成过程中应与被保护目标同处于跟踪系统的分辨单元内。一般来说，诱饵形成后，被保护目标应立即规避。诱饵干扰是飞机、舰船等进行自卫的有效手段。如机载小口径向前发射箔条干扰火箭（飞行式诱饵）就能在距离、角度和速度上破坏雷达对飞机的跟踪。为对付动目标显示雷达或脉冲多普勒雷达，目前拖曳式诱饵发展较快。（撰写：王 儒 审订：徐国范）

yuyin hechengqi

**语音合成器** speech synthesizer 具有根据非语音形式的输入信号产生语音信号功能的一类大规模集成电路。它能够将语音信号转变成为数字序列，并由数字序列复原为语音信号。其语音合成的信号处理过程包括语音信号抽样，根据选择的合成方式获得相应的数字信号，然后由数模转换，还原或者重新组合成声音输出。语音数字合成的方法主要有波形编码法、分析合成法、规则合成法三种。语音合成器芯片的结构因合成方法的不同而不同，并表现出各自的特点。单纯的语音合成器芯片的基本结构包括合成电路、存储器、D/A转换器等部分。而近年发展的带中央处理器的单片语音合成器将合成器、CPU、程序ROM、语音数据ROM、D/A转换器集成在同一芯片上，具有可编程数据处理能力和高度的灵活性。语音合成器芯片及由它组成的语音综合应用系统在测控、预警、通信、仪器仪表及家用电器等领域有十分广阔的应用前景。（撰写：莫火石 审订：林金庭）

yuyin shuru shebei

**语音输入设备** speech input device 将语音转换成计算机能接收的数字信号的一种输入设备。完成语音输入所涉及的相关设备由拾音器、A/D转换器和语音识别与处理软件三部分组成。此处所指的A/D转换器通称语音卡，插于计算机卡槽中。其作用是将拾音器传来的语音电信号转换成计算机使用的数字信号存入计算机。语音识别与处理软件的作用是将以数字形式表示的语音信息与计算机内部所存储的语音模型进行比较，从而找出最佳匹配作为识别结果。在此基础上，软件还应对其进行语法与语义的分析，对识别结果进行校正，以提高其正确性。语音输入是改善人机界面最重要的方向，有着广阔的应用前景。

（撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣）

yuce jingdu chongfu jingdu he xiangdui jingdu daohang

**预测精度、重复精度和相对精度（导航）** predictable accuracy, repeatable accuracy and relative accuracy (navigation) 导航系统的精度是指在给定时刻，由导航系统给出的平台的估计或测量位置和（或）速度与其真实位置或速度的一致性程度。无线电导航系统的精度通常用系统误差的统计测量值表示，并且分为以下三种精度：(1) 预测精度，是导航测量结果相对于地图上标出的位置而言的精度。由于各国各地区用于绘制地图的坐标系（测地基准）可能并不完全一样。因此，同一地理位置，同一导航台的台址，在不同的地图上标出的经度和纬度坐标便有可能不一样。为了判明导航系统的预测精度，必须把地图数据与导航系统测得的位置都用同一测地坐标系来指示。(2) 重复精度，是指用户回到从前曾用同一导航系统测定过的位置的精度。(3) 相对精度，指用户测量出的位置相对于另一个用户同时用同一导航系统测量出的位置的精度。（撰写：丁 群 审订：邱致和）

yuanqijian canshu shujuku

**元器件参数数据库** database of component and device parameter 存放各种电子元器件电气参数的数据库。它是配合电路设计软件工作的。电路设计能力的强弱在相当大程度上取决于参数库的规模和仿真质量。在电路设计时，模拟软件工具可以按照原理图中的元器件名称调出某个元器件的时延等电气参数为模拟提供依据。目前，各个电子CAD软件的电子元器件参数库的格式是不统一的，因此它们之间是不能互换的，但是它们所含内容却是基本一致的。通常分为数字元器件和模拟元器件。数字元器件一般包括74系列、CMOS系列、微处理器芯片等；模拟元器件包括运算放大器、比较器、二极管等。参数库分为内装库和用户库两类。内装库是软件自带的；用户库是用户根据需要自行定义建造的。参数

库中参数值的确定依据是元器件生产厂家所提供的元器件手册。凡是内装参数库中没有、而模拟又必须的元器件，包括国产元器件，都要根据生产厂家的资料自行重新定义建造。

（撰写：李玉山　审订：李怀霞　周德俭）

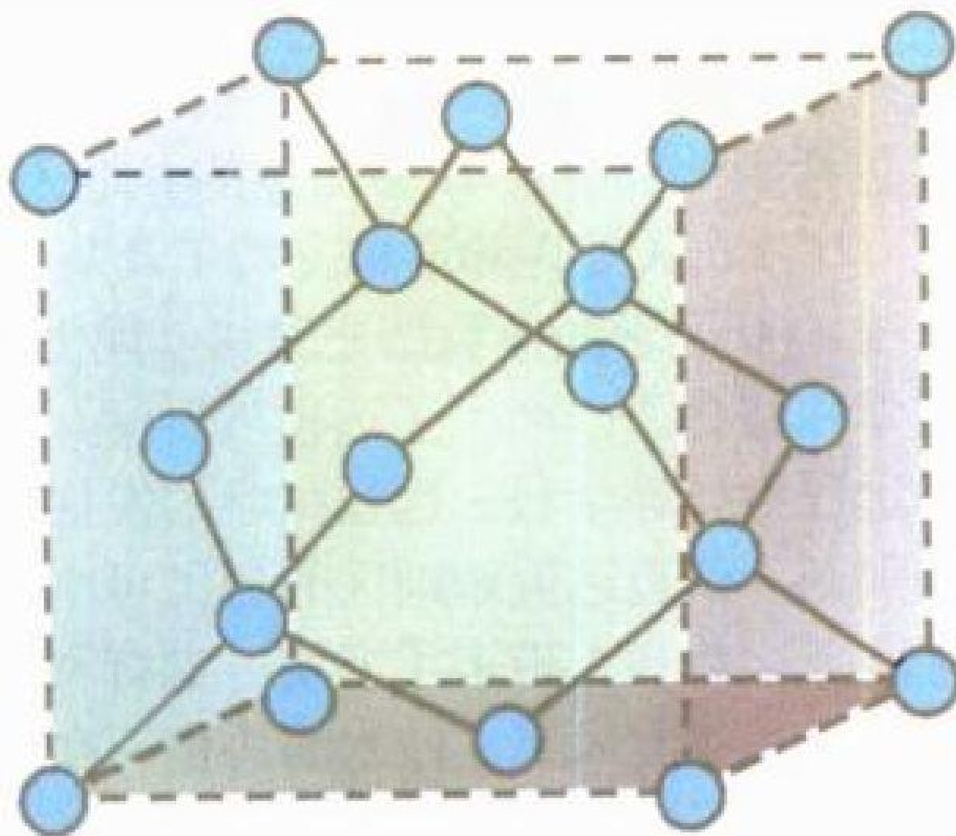
yuanqijian fuhao shujuku

**元器件符号数据库**　database of component and device symbol　存放各种电子元器件二维图形符号的数据库。符号库是配合原理图设计软件工作的。在绘制原理图时，绘制软件工具可以按照惟一的名称调出某个元器件摆放在图纸的某一位置坐标上，为网表连线作准备。目前，各个电子 CAD 软件的电子元器件符号库是不统一的，因此它们之间是不能互换的，但是它们所含内容却是基本一致的。通常分为数字元器件和模拟元器件。数字元器件一般包括 74 系列、CMOS 系列、微处理器芯片等；模拟元器件包括运放、比较器、二极管等。符号库分为内装库和用户库两类，内装库是软件自带的；用户库是用户根据需要自行定义建造的。它们都必须按照一定的标准绘制。目前有多种标准，我国的国家标准与国际标准基本是兼容的。

（撰写：李玉山　审订：李怀霞　周德俭）

yuansu bandaoti

**元素半导体**　elemental semiconductor　由单一元素组成的具有半导体性质的材料。Ge、Si、灰锡、B、Se、Te 等均为元素半导体，其中 Si 是最典型和应用最广的元素半导体。硅单晶的晶格结构为金刚石型（见图），每一个原子与其近邻



金刚石结构

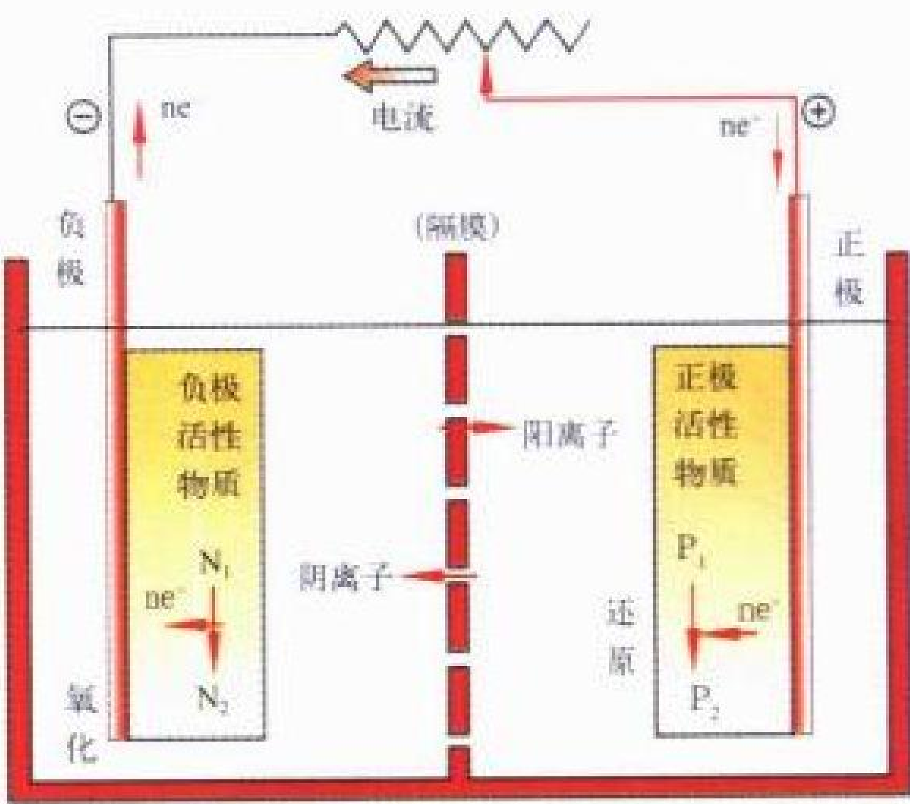
的 4 个原子以共价键结合成一个正四面体。禁带宽度 $E_g$ 为 1.12 eV，器件最高工作温度为 250℃，室温电子迁移率为 1500 $cm^2/(V \cdot s)$，能带结构为间接跃迁型。Si 的制备是将 $SiHCl_3$ 或 $SiH_4$ 等原料提纯到 99.9999% 以上的高纯度，再用还原法或热分解法制成多晶硅，然后将多晶硅以直拉法或区熔法拉制成单晶。电子计算机中的 CPU 芯片、地面及宇航电子系统中使用的半导体器件多数由硅材料制造。其他如 Ge 在半导体二极管、探测器以及 Se 在整流器、硒鼓等方面也有特殊应用。（撰写：华庆恒　审订：沈能珏）

yuandianchi

**原电池**　primary battery　又称一次电池。只能使用一次的电池。在原电池使用过程中，电池中的活性物质通过化学反应逐步消耗殆尽，由于这类反应是不可逆的，因此不能通过充电回复到反应前的状态。常见的原电池如表所示。原电池的工作原理如图所示。原电池使用方便，特别适于作野外条件下通信、夜视和救生电源。同时广泛应用于家用电器，如手电筒、音像与工业仪表等。

**原电池的种类、反应式、标称电压和特性表**

| 电池名称 | 反　应　式 | 标称电压/V | 特　性 |
| --- | --- | --- | --- |
| 锌空气电池 | $2Zn+O_2+H_2O \rightarrow 2Zn(OH)_2$ | 1.45 | 比能量高、价格低 |
| 锌锰电池 | $Zn+2MnO_2 \rightarrow Mn_2O_3+ZnO$ | 1.50 | 价格低、应用广泛 |
| 碱性锌锰电池 | $Zn+2MnO_2+H_2O \rightarrow 2MnOOH+Zn(OH)_2$ | 1.50 | 比能量高、贮存寿命长(5 年) |
| 锌氧化银电池 | $Zn+Ag_2O+H_2O \rightarrow 2Ag+Zn(OH)_2$ | 1.59 | 比能量高、工作电压平坦 |
| 锂锰电池 | $Li+MnO_2 \rightarrow LiMnO_2$ | 3.00 | 比能量高、贮存寿命长(10 年)、安全 |
| 锂亚硫酰氯电池 | $4Li+2SOCl_2 \rightarrow 4LiCl+SO_2+S$ | 3.60 | 比能量极高、电压高、贮存寿命长(10 年) |
| 锂二氧化硫电池 | $2Li+2SO_2 \rightarrow Li_2S_2O_4$ | 2.91 | 比能量高、低温性能好(−50℃) |
| 锂氟化碳电池 | $Li+CF \rightarrow C+LiF$ | 2.82 | 比能量高、安全、低温性能好 |




原电池工作原理图

（撰写：汪继强　审订：宋海德）

yuanlitu sheji

**原理图设计**　schematic design　根据系统设计要求，绘制出实现预定功能的电原理图的过程。原理图中描述的是元器件及相互间的连接关系，这里的元器件来自元器件符号数据库，它可以是一个很小的电阻、电容、晶体管，也可以是一个很大的宏单元电路模块，正是利用这一基础架构，设计师才能够实现层次化式风格的原理图设计。另一种原理图设计风格是分张拼接式设计，即多张原理图可以分别绘制，但是两张中需要相互连接的端口在绘制时采用相同的统一标号，这样多张图就可以从逻辑上被拼接成一张很大的原理图，从而完成更大的原理图设计。原理图中必须明确标明输入输出端口，以便进行下面的仿真和 PCB 设计。绘制好的原理图必须经过一个模拟仿真的验证阶段才算是初步完成，这个过程可能要经过多次迭代和反复循环。设计好的电原理图输出是一个二维的图形文件，但它是和一定的电子设计自动化（EDA）软件及其元器件符号库相关联和对应的，它需要在同一种 EDA 环境和元器件库的支持下才能被观察、修改。原理图可以继续转化为网表的文本方式，以便进行下一步的 PCB 版图设计。（撰写：李玉山　审订：周志春　李怀霞）

yuanzi pinbiao

**原子频标**　atom frequence standard　以原子的能级跃进周期作为频率的标准。典型原子频标有铯原子频标、铷原子频标和氢原子频标三种，它们都是根据下式所示频率与能量之间的量子关系

$$f_s = (E_2 - E_1)/h$$

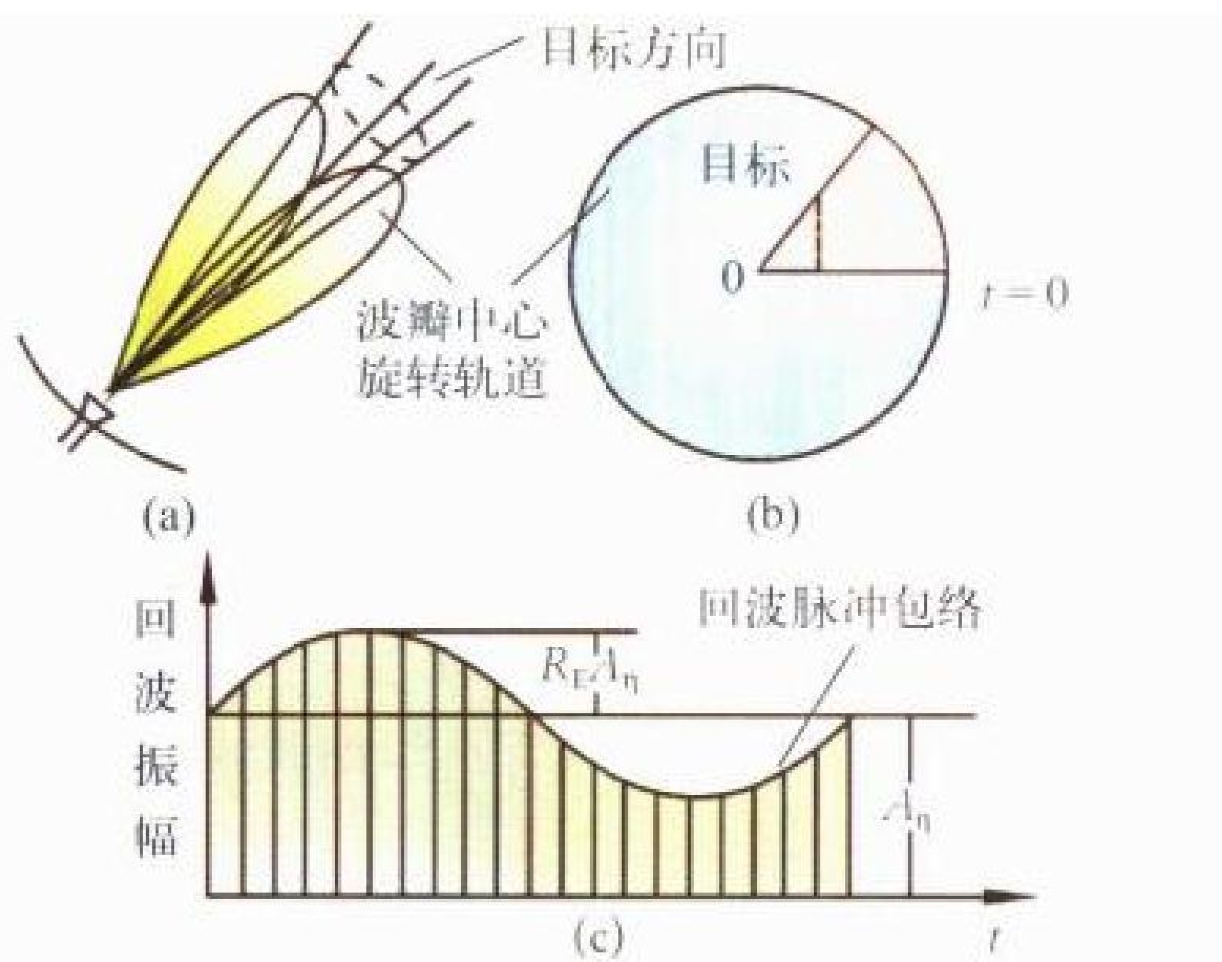
原子在对应的两个能级之间的跃进将释放或吸收能量 $(E_2-E_1)$

可确定对应的频率$f_0$、$f_0$就是原子频标的标准频率。铯原子频标的准确性和再现性以及受环境和系统变化影响小，已定为国际公认的一级原子频标；铷原子频标用于定位电台的主振器、导弹、人造卫星运载用振荡器以及可移动型标准钟等场合；氢原子频标用于射电天文、甚长基线干涉仪、超精密授时、超稳定度频率源和试验爱因斯坦相对论等场合。

（撰写：李为民　审订：陈光禔）

yuanzhui saomiao leida

**圆锥扫描雷达**　conical scan radar　圆锥扫描是雷达感知目标对于天线轴的角误差的一种方式。雷达的波束是针状的，最大辐射方向（即波束的中心）偏离天线轴一个小的角度，波束围绕天线轴作圆周运动，在空间构成一个圆锥形的覆盖区，称为圆锥扫描雷达。在波束扫描过程中，如天线轴对准目标，接收到的回波信号是等幅的，角误差信号为零。当目标偏离天线轴，接收到的回波信号的幅度是变化的，有一个




圆锥扫描示意图

正弦形的调制，调制百分数正比于角跟踪误差，利用从扫描电动机送来的基准信号，将它分解成方位角和高低角误差信号，输入跟踪伺服系统，控制天线对准目标。早期的炮瞄雷达都采用这种跟踪体制，它的可靠性、适应性较好，又比较简单，但它的跟踪精度受到限制，并易受回答式角度欺骗干扰。单脉冲跟踪技术出现，这种跟踪体制已逐步被淘汰。

（撰写：张锡熊　审订：王松山）

yuancheng denglu

**远程登录**　remote login (Telnet)　为因特网上本地用户提供远程系统访问的一种业务。一旦用户对远程系统进行了登记，就可以像直接使用本地系统一样地使用远程系统。Telnet建立于TCP/IP之上，具有网络虚终端的功能，从而屏蔽掉不同系统键盘输入之间的差异，有能力实现异构系统之间本地和远程之间的互操作。同时Telnet还设有必要的命令和选项代码，使得用户和被访系统间方便地会话并在远程系统机上执行命令。Telnet是因特网上最早、也是最广泛使用的业务之一。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

yuancheng jiaoyu

**远程教育**　distance education　一种依托计算机技术和网络通信技术、支持教师和学生在异地开展远程教学活动的先进的教学模式。远程教育的目的：一是培养和提高学生在网络（特别是因特网）环境中获取信息、分析和加工这些信息的能力，激发学生的学习兴趣和创造性思维，充分发挥协作式认知的主体作用；二是打破时空地域的限制，为社会成员提供多层次多样式的教育服务，满足终身教育和全民教育的需求。远程教育是一种开放式的教育体制，课堂空间在网络环境中得到延伸和扩展。实时的多媒体信息交流、上网查询和点播教学资料、视频节目、浏览图书馆信息和发送电子邮件，为远程教育提供了丰富多样的教学手段。虚拟现实技术的应用更可以模拟许多在现实世界中难以操作的实验，取得生动逼真的教学效果。目前的远程教育主要有两种实现方式。一种是基于Web的软件实现方式，教师和学生将计算机连接到因特网上，利用有关软件进行远距离教学活动，师生之间通过文字、图形、声音、图像等各种多媒体教学信息的同步/异步传输完成课程的学习、讨论、作业和考试。另一种是基于视频会议系统的实现方式，除了需要有第一种方式中的各种软件支持外，还要求配置特殊的硬件用于实时的语音和图像信息的传播及压缩/解压缩，使在直播室中授课的教师和在单个环境中上课的学生可以通过屏幕达到异地交互式实时教学的效果。远程教育对提高全民族的科学文化水平和全面提高部队干部和战士的军事、文化素质都有着极其重要的作用。

（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

yuancheng yixue

**远程医学**　telemedicine　一个基于远程通信网络、面向医疗的计算机支持的协同工作系统。它以计算机技术和通信技术为基础，对相关医学资料（包括数据、文本、图像、声像等）的多媒体信息进行数字化处理，通过网络实施远程的医学信息传输、存储、查询和显示，为特定的人群提供医疗诊断、卫生保健、医学教育和咨询指导等各种服务功能。远程医学系统是一个开放的分布式系统，它在因特网环境中的总体架构主要包括四个部分：(1) 多媒体的异地人员交互（双向视听）界面；(2) 分布式处理和通信支持工具集；(3) 多媒体信息库管理系统；(4) 医学图像数据处理和可视化系统。远程医学与临床医学相结合，已产生了远程放射学、远程病理学、远程外科、远程指导等学科。远程医学的发展和应用打破了时空地域的限制，使边远偏僻地区的居民可享受到与大城市相同的医疗服务，为病人带来了方便。它有利于加强国际国内医学界的沟通和建立人员、技术的协作。在军事医学上，远程医学对开展战场救护、减少部队伤亡具有重要意义。

（撰写：余性厚　江　水　审订：瞿兆荣）

yuanju zhiyuan ganrao

**远距支援干扰**　stand off jamming (SOJ)　电子干扰平台在距敌方前沿较远的区域对敌方信息获取及传输系统实施干扰压制，以掩护己方攻击的作战行动。实施远距离支援干扰的平台通常是专用的电子干扰飞机，其上搭载专用的电子干扰



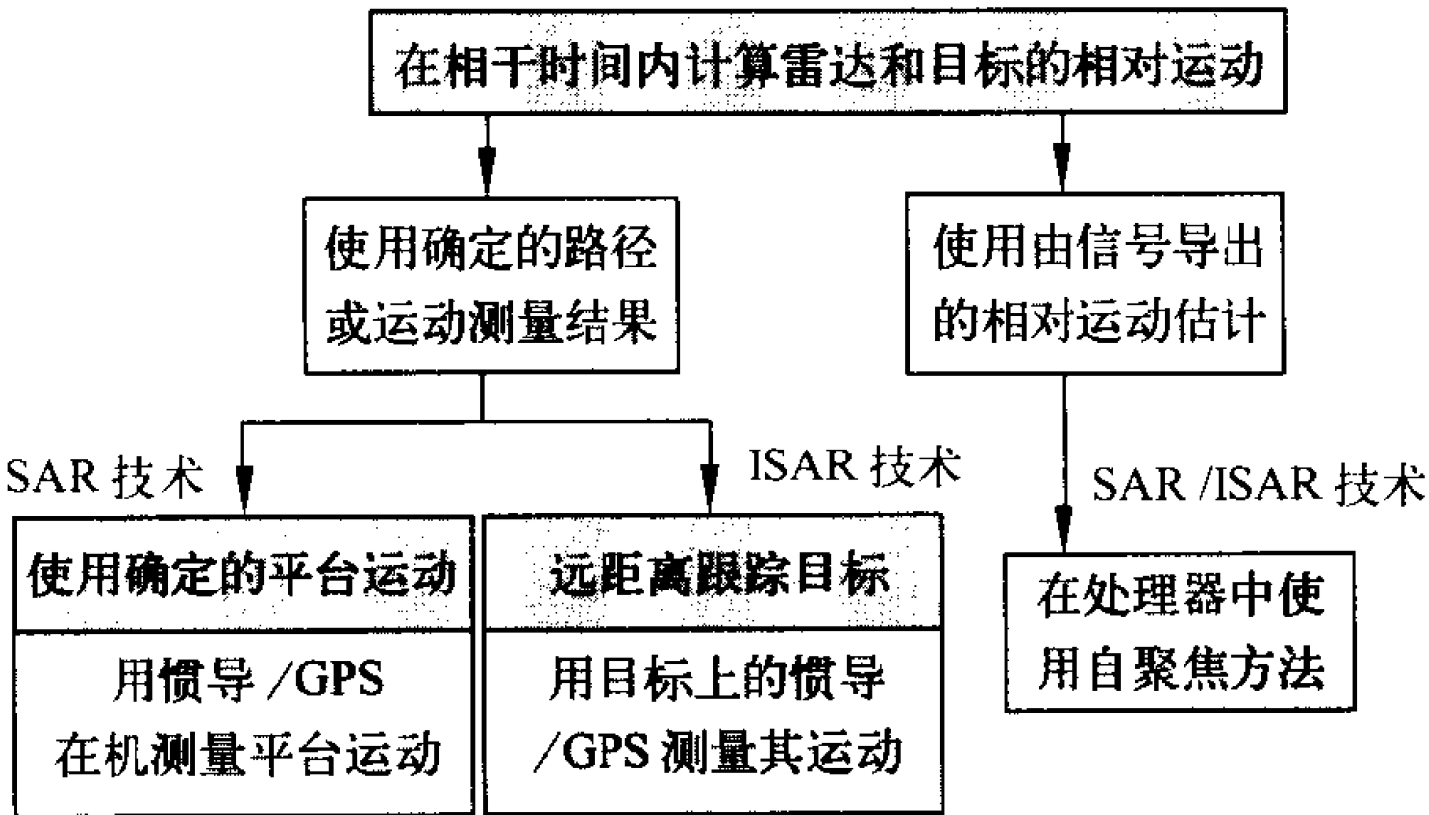

远距支援干扰场景

设备，以一定的编队形式和飞行航线，对敌实施大功率噪声干扰和欺骗干扰，在特定的区域内形成干扰压制区，以掩护己方作战飞机的突防、攻击和撤退等军事行动。远距离支援干扰的优点是干扰平台处在敌方武器系统攻击范围以外，比较安全；采用专用的干扰设备，干扰功率大、能力强，覆盖范围广，可同时干扰多种威胁目标；采用专门的干扰平台，干扰持续时间长，可以在己方飞机的突防、攻击和撤退等整个军事行动期间实施有效的支援干扰。

（撰写：龚 渝 审订：顾耀平）

yundong buchang jishu

**运动补偿技术** motion compensation technology 用于对雷达和成像目标之间的相对平移运动和相对角运动的精确测量和充分补偿以实现高分辨率成像的一种技术。运动补偿的最低要求是将由于运动引入的相位误差降低到自聚焦算法适用的量级。应用在 SAR 中的自聚焦，其算法完全是从雷达回波信号推导出全部相对运动，而没有任何运动传感测量设备。基本的运动补偿技术分为两种：(1) 为计算目标到雷达的距离，测量出相对位置和运动，或者沿确定路径的运动；(2) 利用信号导出相对运动的估计，这种自聚焦技术，可能取代运动测量。以上两种方法可用在 SAR 和 ISAR 中（见图）。




运动补偿框图

（撰写：单荣光 审订：倪晋麟）

yundong tuxiang bianma biaozhun

**运动图像编码标准** motion picture encoding standard 国际标准化组织 ISO 和国际电信联盟 ITU 为运动图像及其伴音制定的编码标准，包括 MPEG-2 和 MPEG-4。MPEG-2 是由运动图像专家组 (MPEG) 和 ITU-T 的第 15 研究组的 ATM 的视频编码专家组合作完成，于 1994 年 11 月正式公布。其主要内容包括 MPEG-2 的系统、视频、音频和一致性 4 部分，标准号为 ISO/IEC13818。MPEG-2 的第 2 部分 (ISO/IEC13818-2)，即活动图像编码部分，ITU-T 将其编号为 ITU-T H.262。为了适应广播、通信、计算机和家电视听工业的广阔需求，MPEG-2 的视频编码部分使用了档次 (编码档次)和等级(图像等级)的概念，制定了 5 档、4 个等级，构成了 11 种不同的组合。从而使 MPEG-2 能适应从低分辨率电视 (LDTV，如 VHS 质量)、标准分辨率电视 (SDTV，如常规的 PAL/NTSC 质量) 到高分辨率电视 (HDTV) 的各种信源格式、不同编码类型、多种编码速率、不同图像质量和不同业务的要求。现在 MPEG-2 已成为数字视频广播 (DVB)、数字视频存储 (DVS)、高清晰度电视 (HDTV) 和多媒体通信 (高码率高质量图像的视频编码) 发展的共同基础。MPEG-4 是 ISO / IEC 运动图像专家组 (MPEG) 制定的于 1999 年发布的最新音视编码标准。其编号为 ISO/IEC-14496，正式名称是“信息技术—音视对象编码”。MPEG-4 标准共有 6 个部分：系统、视频、音频、一致性测试、参考软件和传输多媒体集成框架 (DMIF)。MPEG-4 针对广泛的多媒体应用、从移动可视电话到专业的音视编辑，以及因特网一类的交互通信，提供了综合的解决方案。为此 MPEG-4 提出了一种崭新的基于音视内容 (audiovisual content)的压缩编码表示技术，这是它有别于 MPEG-1 和 MPEG-2 的根本差异。它具有高效压缩、基于内容交互以及基于内容分级扩展等特点。在 MPEG-4 中引入了视频对象 (VO) 和视频对象平面 (VOP) 等概念来实现基于内容的表示。为了便于进行基于内容的多媒体数据检索，ISO/IEC 又在着手制定 MPEG-7，即“多媒体内容描述接口”的国际标准。（撰写：戴井岗 审订：程 蝉）

yunsuan fangdaqi

**运算放大器** operational amplifier 一种高电压增益、高输入电阻、低输出电阻的多级放大器集成电路。通常它由输入级、中间级、输出级和偏置电路四个基本部分组成。在集成运算放大器中经常使用的基本单元电路有共射 (共源) 放大电路、共集 (共漏) 放大电路、共基 (共栅) 放大电路以及各种电流源和恒流源、差动放大电路、单端化电路、电平移动电路、互补对称输出电路等。制造工艺有双极工艺和 MOS 工艺。集成运算放大器按用途分为通用型和专用型。集成运算放大器通过与外部反馈网络构成的功能电路可以实现模拟信号的运算、处理、产生等功能，应用范围几乎涉及模拟信号处理的各个领域。已经有各种性能的产品可供选择使用。

（撰写：莫火石 审订：林金庭）

yunxingduan cekong jishu

**运行段测控技术** TT&C technology for in-orbit phase 对在轨运行的航天器进行跟踪、测量、控制、信息传输和监视的技术。运行段测控主要用于卫星和飞船，其主要任务是：(1) 对卫星轨道参数进行测量、计算；(2) 接收实时遥测和延时遥测数据并进行处理；(3) 各测控站根据各自的遥控任务和指控中心的指令对卫星实时发送指令；(4) 对卫星内存控制程序定期注入数据；(5) 对卫星轨道、姿态进行调整和变轨控制；(6) 对卫星进行时间校正。由于卫星在轨运行时间长，测控站对卫星的管理工作繁重，特别是在轨运行的卫星较多时更是如此。（撰写：孙 鉴 审订：钱允敏 曾昊中）



zaibo dianhua xitong

**载波电话系统** carrier telephone system 利用频率分割的原理，在1对线路上(二线制)或2对线路上(四线制)，同时传送多路电话的通信系统。载波电话是将发送端的各路话音经过一次或多次调制，分别调到不同的线路传输频带上，经线路和增音站传送到接收端。在接收端，由各自对应的带通滤波器选出各自所需的信号，经一次或多次解调，还原成和发端相对应的各路话音。载波电话的容量取决于传输线路的频带宽度。容量越大，使用的频率越高，线路的传输衰耗就越大，线间串扰也越严重。一般1对2.6～4.0 mm线径的架空明线，只能传送一个3路和一个12路载波电话，有时也可传送一个24路载波电话。对称电缆可传送12、24、60、120路载波电话。其传送容量的大小，取决于它的平衡度。同轴电缆的频带较宽，受外界干扰小，所以传送的路数大大增加。如用小同轴电缆可以传送300、600、900、2700、3600路载波电话，而用中同轴电缆可以传送1800、2700、7200、10800路载波电话。载波电话的多路传输体制，国际上早已形成标准，叫做标准群。标准群占用的标准频带可以分为：基群60～108 kHz，提供12路电话；超群312～552 kHz，提供60路电话；主群812～2044 kHz，提供300路电话；超主群8516～12388 kHz，提供900路电话；其他为非标准群。载波电话系统除电话业务外，还有电报、数据、广播、电视、传真等业务也可以在载波电话系统中传输，叫做二次复用。根据业务传输所需的频带宽度，可以占用单路、多路或全部话路的通道。载波电话在民用通信中应用较为广泛，产品性能稳定、可靠，如城市之间、大陆与岛屿之间，跨越海洋之间。在军事通信中也有一定比例，但随着模拟通信体制向数字通信体制的迅猛发展，特别是模拟通信体制已不满足现代军事通信的需求，载波电话在军事通信中的比例大大缩小。20世纪90年代初，低损耗、大容量、造价低的光缆通信广泛应用，促进了数字通信的长足发展。

（撰写：邱杰　审订：李振邦）

zaibo xiangwei chafen GPS

**载波相位差分GPS** carrier phase differential GPS 利用对GPS信号载波相位的测量获得厘米甚至毫米级精度的相对定位技术。载波相位测量是测定卫星与接收机之间的载波周期计数值，周期数乘以载波波长就是两者之间的距离测量值。GPS的L1载频波长为19 cm，对其相位进行测量可以获得厘米级甚至更高的测量精度。接收机可以直接测量载波周期的小数部分，并能够跟踪包括整周的相位变动，但是对载波相位的跟踪不能获得接收机与卫星之间的初始载波整周数，这被称为载波整周模糊数。因此，载波相位测量技术不能直接用于精确定位。为此需利用基准站与用户接收机载波相位测量值的差，以消除整周模糊数，称为载波相位差分GPS技术。在距基准站10～15 km的范围内，这种技术使用户的相对测量精度非常高，在大地测绘中获得了广泛的应用。这种技术也可用于确定载体或平台的姿态。用于姿态测定的载波相位差分GPS接收机有多个天线固定在载体上，可任选一个天线为“基准”，因为天线间的距离是固定的，并且天线联线与平台的位置与角度关系是已知的，可以将天线之间接收到的载波相位差变换为天线位置与卫星视线方向的角度差。利用对多个卫星的测量值，这些角度差可以转换为平台相对于本地坐标系的姿态。

（撰写：丁群　审订：邱致和）

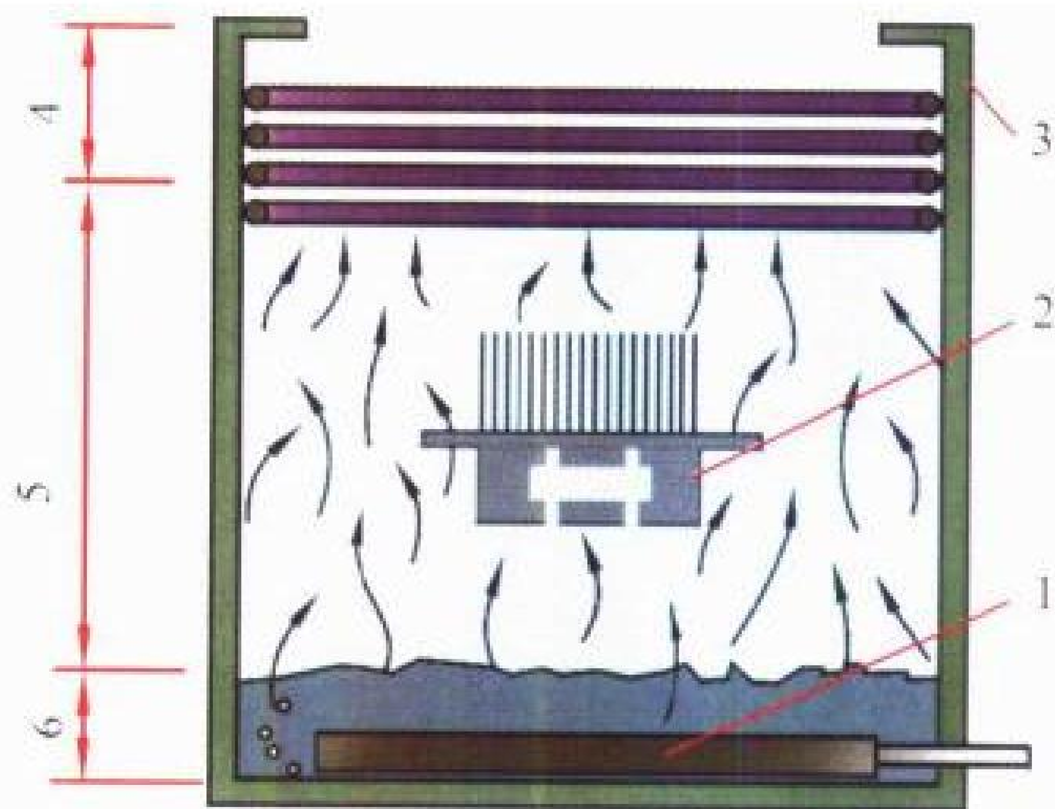
zaibo xiangwei genzong

**载波相位跟踪** carrier phase tracking 对GPS信号载波相位的跟踪，由GPS接收机的载波跟踪环实现。由于GPS卫星处于不停的运动之中，GPS接收机也可能在移动，因此接收到的卫星信号的载频不再等于其标称值，其中包含有多普勒频移。接收机通过调整其频率合成器的频率，以使载波相位跟踪环输出呈现一个平移变化的相位，从而实现对载波频率和相位的跟踪和锁定。载波相位跟踪环的同相和正交支路被用于计算载波相位和多普勒值，通过对信号相位突然改变的检测可以解码出调制在载波上的导航数据。多普勒测量值通常被称为伪距变化率测量值，它提供了接收机与卫星之间的相对速度估计，GPS接收机利用从4个(或更多)卫星的多普勒测量值来确定接收机的三维速度和接收机主振荡器频率偏差。由于载波测量的噪声明显小于码伪距测量噪声，因此还常用载波相位跟踪来平滑码伪距测量值，叫做载波相位平滑，以提高GPS接收机的测量精度。

（撰写：丁群　审订：邱致和）

zailiuhan

**再流焊** reflow soldering 先在基板或印制板上按要贴装元器件的位置预先涂布焊膏，然后把元器件的外电极贴装在焊膏上，通过红外线或蒸气、热板等加热的再流焊炉，将焊膏熔化后(再流)把元器件焊接上，是实现表面组装元器件焊端或引脚与基板或印制板焊盘之间机械和电气连接的焊接方法之一(原理见图)。按加热方法不同可分为：气相、红外、热风循环、热板、光束、激光、工具加热等再流焊接技术。其



气相再流焊接原理图

1—加热；2—组件；3—界面；4—空气；5—饱和蒸气区；6—液体

中气相再流焊最有效，红外再流焊应用最普遍。气相再流焊接（简称 VPS 或气相焊）技术又称为凝聚焊接技术，它是充分利用高沸点工作液体的饱和蒸气的汽化潜热，经冷凝时的热交换进行加热的再流焊，具有加热均匀，热冲击小，热转换效率高等特点。（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

zairuduan celiang jishu

**再入段测量技术**　reentry phase measurement technology　对弹道导弹弹头再入稠密大气层至击中地面目标这一过程的飞行轨道参数进行测量的技术。再入段测量是武器研制和定型试验的重要环节，其主要任务有：⑴ 获取弹头再入段高精度弹道参数。弹道式导弹的命中精度主要取决于制导和控制系统精度、头体分离精度和再入散布。随着制导精度的提高，再入散布在命中误差中的比例越来越大，需通过高精度再入测量分离再入散布误差源。⑵ 获取再入弹头遥测数据。弹头高速重返大气层过程中受到高过载、冲击层的结构变形，以及高温对弹头的烧蚀。通过遥测数据为改进设计提供依据。⑶ 测量多目标空域分布参数。导弹突防和反导弹技术的发展，使得多个实际弹头或单个弹头加多个模拟弹头形成一定空域分布的群目标技术重要起来，为了检验其有效性，必需在飞行试验中测量其多目标的空域散布。⑷ 测量弹头落点参数，包含弹头落点坐标和落地时间测量，是分析导弹系统命中精度的重要依据。（撰写：吴春富　审订：干基磊）

zaishengshi ranliao dianchi

**再生式燃料电池**　regenerative fuel cell (RFC)　由电解池、燃料电池和气体容器等组成的一种燃料电池。其工作原理为电解池将 $H_2O$ 转换成 $H_2$ 和 $O_2$，并分别储存在压力容器内，这两种气体在燃料电池中，将化学能转化成电能的同时，又形成了 $H_2O$。因此，RFC 具有与蓄电池相同的功能，但不同点是其能量储存和转换是在不同的装置（电解池、燃料电池和气体容器）中进行。RFC 所需的燃料电池和电解池有三种组合形式：⑴ 碱性流动电解质燃料电池和电解池；⑵ 碱性固态电解质（一般由毛细作用吸收在多孔膜中）燃料电池和电解池；⑶ 质子交换膜（PEM）燃料电池和电解池。RFC 用于航天，优点是：⑴ 产生的废热用于飞船温控；⑵ 深度放电（DOD）可达 80%；⑶ 无需大的功率调节系统；⑷ 所产生的氢气和氧气可用于生命支持系统和推进系统。对于地面应用的优点是：⑴电网峰负荷变平；⑵ 可作为可逆能源；⑶ 可作为应急电源。（撰写：张作民　审订：宋海德）

zaosheng ganrao

**噪声干扰**　noise jamming　一种频率、幅度、相位随机变化的电子干扰。其性质与电子设备接收机的内部噪声相似，是压制性干扰的基本干扰样式。噪声干扰对电子设备的压制作用表现在：当噪声干扰进入电子设备接收机时，与有用信号混合，在有用信号上叠加了一个随机信号，使有用信号部分地改变或失去原有的信号特征。由于噪声干扰在时间上的连续性和幅度相位等的随机性，当输出端噪声强度大于信号强度时，有用信号就会完全淹没在噪声干扰之中，从而使电子设备难以检测到有用信号。噪声干扰按产生原理可分为射频噪声干扰、噪声调幅干扰、噪声调频干扰和噪声调幅调频干扰。射频噪声干扰是直接将射频噪声放大后发射出去，因此又称为直接噪声干扰。利用噪声对射频载波进行幅度调制或频率调制，可得到噪声调幅干扰、噪声调频干扰信号或噪声调幅调频信号。噪声干扰对电子设备的干扰效果除了取决于干扰—信号功率比的大小外，噪声干扰信号波形也是一个重要因素。（撰写：何志诚　修订：王　燕　审订：索以宾）

zaosheng leida

**噪声雷达**　noise radar　又称随机信号雷达。是直接发射微波噪声信号或发射被低频噪声信号调制的载波信号的雷达。一般采用随机或伪随机信号对载频进行调频调相。目前研究较多的是相位编码噪声雷达，所用信号是随机码或伪随机码。随机码是从贝努利试验中得到的，随机码调制的噪声雷达具有理想的“图钉”形模糊图，不存在周期性的距离和速度模糊，随机码调相连续波雷达避免了周期信号雷达中普遍存在的多普勒敏感的困难，从而使其具有较宽的多普勒容限范围，因而具有优良的测距和测速性能。随机码噪声雷达的波形合成自由度大，隐蔽性好，因而具有很强的抗干扰和低截获性能。伪随机码信号具有周期性模糊峰的“板钉”形模糊函数。典型的是用 M 系列、巴克码等伪随机二相码系列对载频进行 0、π 调相的伪码调相雷达，它具有良好的抗干扰能力，良好的测距测速分辨率和精度，同时容易实现，但存在能被截获、周期性模糊和难于测定远距离的高速目标等问题。现代雷达要具有很强的抗干扰、低截获能力，因此噪声雷达越来越受到人们的高度重视，它已在警戒、探地、防撞等领域获得应用，在短波等信号密集和容易受到干扰的波段更能显示它的优越性。

（撰写：苏卫民　顾　红　审订：刘国岁）

zaosheng xishu

**噪声系数**　noise figure, noise factor　噪声系数描述了雷达接收机内部产生噪声的影响，是另一种表示接收机灵敏度的方法，定义为在标准温度下，接收机输入端信号噪声功率比与其输出端信号噪声功率比的比值，或定义为在标准温度下，一个实际线性系统（接收机）输出端的噪声功率与该线性系统理想化后输出端的噪声功率之比。这里理想化指的是假定该线性系统除内部不产生任何噪声外，其他电性能指标不变。噪声系数用下式表示

$$F_n = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} = \frac{N_o}{K T_0 B_n G} = 1 + \frac{T_e}{T_0}$$

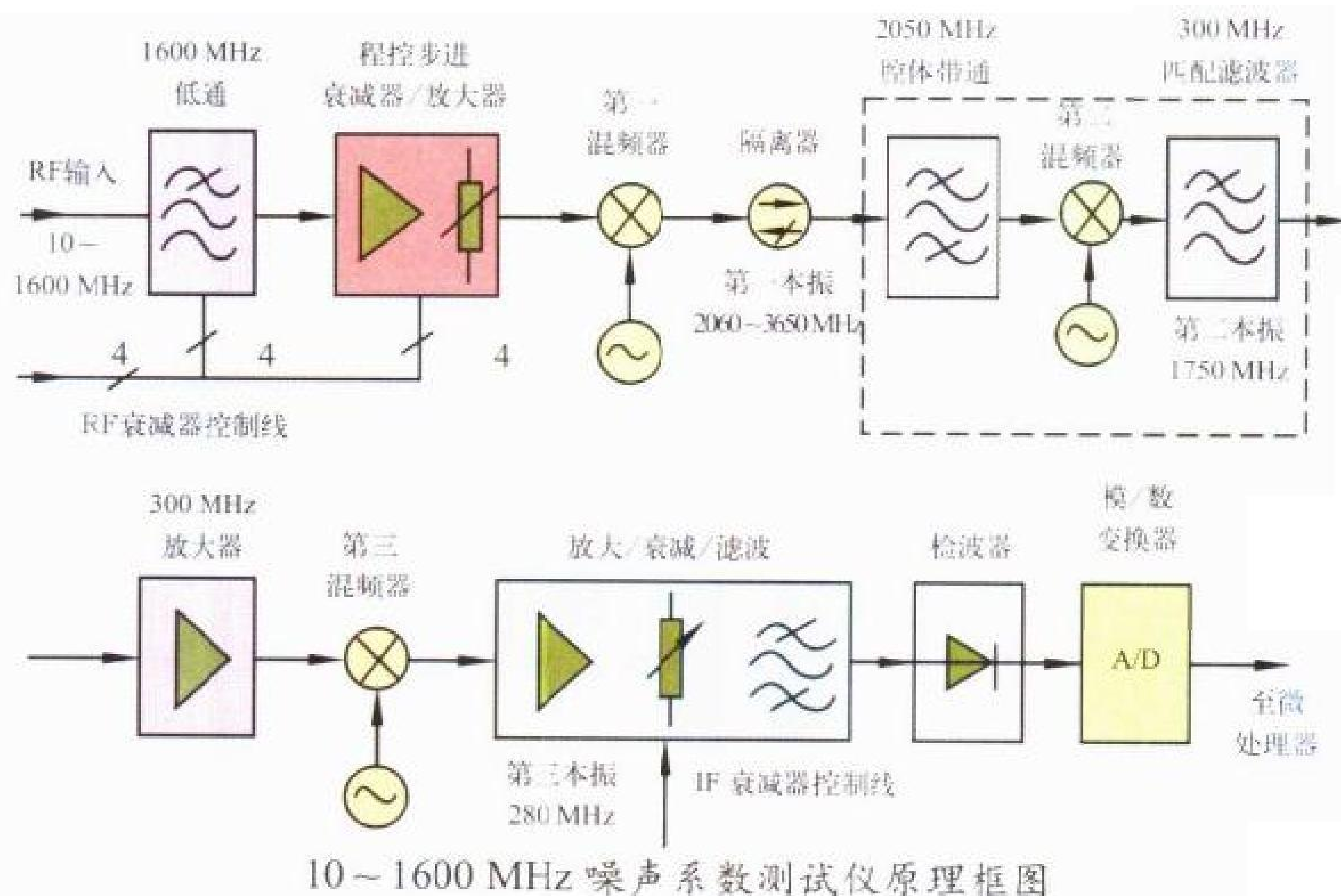
式中 $S_i/N_i$ 为输入信号噪声功率比；$S_o/N_o$ 为输出信号噪声功率比；$K$ 为玻耳兹曼常数；$T_0 = 290$ K；$B_n$ 为接收系统噪声带宽；$G$ 为接收系统功率增益；$N_o$ 为总输出噪声功率；$K T_0 B_n G$ 为标准温度下仅由输入噪声引起的输出噪声功率；$T_e$ 为接收系统的噪声温度。接收机努力方向之一是降低接收机的噪声系数，一般雷达接收机的噪声系数在 2～5 dB 之间，卫星地面单收站接收机因不考虑发射功率的泄漏和信号大动态范围等问题，噪声系数可以做得很低，仅零点几分贝。为表示接收机的低噪声性能，常用接收机的噪声温度表示，由 $F_n$ 表达式知，$T_e = (F_n - 1) T_0$，现在商品化 C 波段低噪声接收机噪声系数优于 0.4 dB，约为 28 K。

（撰写：丁家会　审订：向敬清）

zaosheng xishu celiang

**噪声系数测量**　noise figure measurement　噪声系数是对一个系统或部件噪声的一种度量。噪声系数的定义是：对于选定频率的现行系统而言，噪声系数是在输出端得到的单位带宽的总噪声功率与在输入端产生的噪声功率之比。噪声系数

的测量方法取决于在输入功率的条件下被测件输出功率的测量，目前最常用的方法是 Y 因子法。测量噪声系数的仪器称为噪声系数测量仪。该仪器由高灵敏度、低噪声接收机和固态噪声源构成。噪声系数测量仪的主要技术指标包括：噪声系数测量范围、噪声系数分辨率、增益分辨率、频率分辨率等。噪声系数测试仪的原理如图所示。




10～1600 MHz 噪声系数测试仪原理框图

（撰写：王厚军　审订：陈光禹）

zengqiangxing dingwei baogao xitong

**增强型定位报告系统**　enhanced position location reporting system (EPLRS)　陆军数据分发系统（ADDS）的一部分，即 EPLRS 加上 JTIDS 2M 端机即构成 ADDS。EPLRS 包括改进型的 PLRS 用户设备（EPUU）和网控设备（NCU）。EPUU 是从 PLRS 的用户设备改进而来，它保留了在 420～450 MHz 频段的 8 个频点上以每秒数百次的速率跳频，并以 5 MHz 的基码速率产生直序扩频的抗干扰传输体制，但修改了固件，使 EPUU 之间能直接通信，再不像 PLRS 用户设备那样，必需通过关键节点才能与其他用户通信，此时通信速率可达 1800 b/s。同时也将 PLRS 用户设备的读出器改为接口装置，以便与陆军的其他系统相连接。网控设备（NCU）的作用是根据陆军对通信的要求，即所谓需求线，自动地进行计算，并完成 EPLRS 与 JTIDS 混合系统的时隙分配，以最有效地利用 EPLRS 和 JTIDS 系统的时分多址资源，满足由各需求线所规定的在需要彼此进行通信的用户之间建立起链路，达到所要的消息速率，以及使端到端的通信时延小于最大时延等要求。　（撰写：邱致和　审订：丁　群）

zhaliuguan

**闸流管**　thyratron　把脉冲时间间隔内储存的能量在脉冲瞬间转换成强功率脉冲输出的一种热阴极气体放电管。充惰性气体或 Hg 的闸流管利用栅极的负电压控制电流导通，称负特性闸流管。充氢气或氘气的闸流管利用栅极的正电压控制电流导通，称正特性闸流管，又称脉冲闸流管



脉冲闸流管

或氢闸流管。氢闸流管大多以陶瓷作外壳，内置灯丝、阴极、栅极、阳极和氢发生器。氢发生器不工作时管内维持真空状态，工作时管内为较恒定的低气压状态，pd 值位于帕邢曲线最低点左支，以提高性能、延长寿命。应用时先加灯丝电压和氢发生器电压预热几分钟后加阳极电压，再加栅极电压使栅极点火，放电由栅极向阳极发展，最后阳阴极间放电，整管击穿，并输出一个（电）脉冲，即完成一次工作。它的工作频率高达 100 kHz，触发电压一般 200～300 V，电流上升稳定，工作电压高达 50 kV 以上，管内能量损耗小，效率高达 99%。阳极结构便于风冷或水冷，使用方便，但不可倒置。典型应用于雷达系统、加速器中作脉冲调制，准分子激光器和铜分子激光器中作高压脉冲形成开关等。闸流管的发展方向是高电压大功率，没有预热时间及结构简单的新型冷阴极氢闸流管将会发展并得到应用。

（撰写：周志伟　审订：廖复疆）

zhaidai zonghe yewu shuziwang

**窄带综合业务数字网**　narrow band intergrated services digital network (N-ISDN)　以 64 kb/s 低速信道为基础实现综合业务的数字网。为了与宽带综合业务数字网（B-ISDN）相区别，因此称为窄带综合业务数字网。它的主要性能和目的是为了在同一网络上同时支持话音和非话音应用。窄带综合业务数字网定义了两个接口：基本访问接口（basic access interface）和基群速率访问接口（primary rate access interface）。基本访问接口包括两个 64 kb/s 的信道（B 信道）和一个 16 kb/s 的信令信道（D 信道），也称 2 B+D。基群速率访问接口包含 30（或 24）个 64 kb/s 的信道，和一个 16 kb/s 的信令信道。用户通过标准接口进入网络，实现了多种业务的综合接口。当前窄带综合业务数字网在访问因特网这个领域应用较广泛。

（撰写：虞红芳　审订：李振邦）

zhanchang xinxi chuanshu xitong

**战场信息传输系统**　battlefield information transmission system　在战场线性和非线性的战斗空间内，为分散的部队、各级指挥中心、情报资源、支援保障和武器系统的各类战术信息提供承载服务的各种类型的信息传输系统。快速展开部署的战场环境限制了陆、海、空军传输能力的提升，这是因为难于及时运送和部署固定通信的基础设施，同时部队运动很容易超出固定通信基础设施所涵盖的区域，失去与指挥、支援保障以及情报资源的联系，因而急需一些可靠、方便、灵活部署的战场传输设施或设备，为分散的部队建立联络，以保障战斗员的通信需求。战场信息传输系统包括战术卫星、各种数据链路、微波、散射及各种电台系统等，也包括像“武士”信息网（WIN）那样连接各无线接入点（RAP）的大容量传输系统（HCTS），以及空中转信平台等。

（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

zhanchang zhencha leida

**战场侦察雷达**　battlefield surveillance radar　又称战场监视雷达。在战场上对敌步兵、坦克、车辆、导弹发射架、直升机和近海舰艇进行侦察的雷达。按作战用途和探测距离分为近程、中程和远程等三类。近程战场侦察雷达对敌战线前沿

进行侦察，探测距离小于 10 km，采用背负式结构；中程战场侦察雷达对敌战术纵深进行侦察，探测距离为 30～40 km，采用便携式结构；远程战场侦察雷达对敌战役纵深进行侦察，探测距离为 60～200 km，用无人机、直升机或固定翼飞机作运载平台。多数战场侦察雷达都采用脉冲多普勒体制，应用距离门多普勒滤波器来抑制地杂波干扰和检测活动目标，并利用活动目标回波的多普勒效应生成多普勒音响信号，供识别目标属性用。少数近程战场侦察雷达也采用连续波体制。近年来，要求战场侦察雷达能检测固定目标，并能对其成像，为此，将采用合成孔径和动目标检测相兼容的体制。如美国的 E−8A 就是一种探测距离可达 200 km、以波音 707 为载机、具有高分辨率成像能力并配有完善的通信系统的空中远程侦察指挥系统，它可为指挥员提供战场态势的实时综合图像信息，以此进行准确的战场态势分析、实时进行作战指挥和攻击后及时进行毁伤评估。这种侦察系统是现代高技术局部战争不可缺少的电子装备。


EL/M−2140E 中程战场侦察雷达

（撰写：冯尚诚　谢成学　审订：喻光正　阮信畅）

zhanqu daodan fangyu xitong

**战区导弹防御系统**　theater missile defence (TMD) system　美国正在研制的多层、有效协作的导弹防御体系，旨在保护美国海外各战区的重要设施、前沿部队及盟友免遭战区弹道导弹攻击。TMD 是美国“弹道导弹防御”计划中最为优先发展的项目。它包括武器系统、探测、跟踪及预警系统和先进的作战管理/指挥、控制、通信和情报 (BM/C³I) 系统。TMD 分三大系统在三个不同阶段拦截来袭导弹：⑴ 低层点防御系统，主要用于对高度在 40 km 以下的弹道导弹在飞行终段进行拦截以保护战役战术目标，低层防御系统包括陆军的“爱国者”PAC−3 导弹防御系统、海军区域防御系统 (NAD)、由美国、德国、意大利共同研制的扩展的中程防空系统 (MEADS) 等；⑵ 高层面防御系统，主要用于拦截高度在 40～160 km 的中程和中远程弹道导弹，以保护较大的具有战略意义的地区和目标，它包括陆军的战区高空区域防御系统 (THADD) 和海军全战区系统 (NTW)；⑶ 助推、上升段拦截系统，如空军的机载激光武器系统，主要用于拦截发射后不久、仍处于助推飞行或上升飞行的战区弹道导弹。

（撰写：冯芒　审订：刘兴）

zhanqu gaokong fangyu xitong diji leida

**战区高空防御系统地基雷达**　GBR in THAAD　战区高空防御系统是美国陆军正在建立的高层（70 km 以上）弹道导弹拦截系统。该防御系统包括三个主要组成部分，即作战管理指挥控制通信系统、拦截导弹系统和地基雷达。该地基雷达是一种采用最新技术的 X 波段多功能有源相控阵雷达，可在典型的作战背景下完成以下功能：提供目标监视、探测、跟踪和威胁度分类；提供作战支援；将目标飞行数据传给拦截导弹、跟踪拦截弹位置、传输目标实物图像；战后分析，为 BM/C³I 提供杀伤评估。它具有 500 km 的探测跟踪和成像识别距离，具有 1 GHz 瞬时工作带宽，其距离分辨率可达到 0.15 m，能够在复杂的目标环境（干扰、假目标、碎片、诱饵等）中识别出真弹头，以支持反导武器系统实施拦截。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

zhanquji zonghe dianzi xinxi xitong

**战区级综合电子信息系统**　theater integrated electronic information system　全军综合电子信息系统在战区范围的组成部分。战区级综合电子信息系统是按综合电子信息系统的体系结构，在国防信息基础设施的基础上，并结合该战区的特点设计和建设的。战区级综合电子信息系统包括战区作战指挥中心、战区信息融合中心、战区后勤保障指挥中心和战区各军兵种作战指挥所及下属部队（直至单兵）的指挥控制、情报侦察、预警探测、信息传输、电子战、信息战和导航定位等战役战术信息系统。战区级综合电子信息系统建设的第一步是改造原有信息系统使之可互通互操作和进行新型信息系统的实验工作；第二步是在上述基础上，建设全新的战区级综合电子信息系统。　（撰写：刘兴　审订：彭永录）

zhanqu zuozhan zhihui zhongxin

**战区作战指挥中心**　theater operations command centre　由战区指挥员和指挥机关以及相应的指挥所设备组成的对所属部队战役行动进行组织指挥的场所。主要任务是确定战役决心、制定战役计划，确定所属部队的任务和部署，组织协同和保障，掌握使用预备队，指导重要的战斗等。战区作战指挥中心由下述作战要素和 9 个分系统组成：⑴ 情报处理子系统，以卫星、航空、地面及海上侦察系统为支撑，对各军兵种所侦察的情报进行统一管理、协调，形成三军统一的情报采集、报知和处理体系，经过联合情报处理分系统处理的情报，供作战指挥中心作战使用，同时根据各军兵种在战区作战的需要，进行情报的分发，实现在战区内情报共享；⑵ 作战指挥子系统，这是战区指挥员实施作战指挥的手段，它有各种类型的显示设备，为作战指挥员提供综合的情报信息显示和辅助决策的各种工具与设备；⑶ 陆军作战指挥子系统，由若干作战参谋人员和参谋工作席组成，它负责与各陆军集团军（或陆军战役军团）协同，进行作战指挥、计划、控制远程火炮、战役战术导弹等对地面作战的支援，地面防空作战，以及组织工兵、防化兵等地面作战保障；⑷ 空军作战指挥子系统，根据战区作战的需要，与战区空军作战指挥中心协调，负责空中作战指挥，协调航空兵与地面、海上作战部队的作战行动；⑸ 海军作战指挥子系统，在作战中心的海军指挥员，根据战区作战的需要，与战区海军作战指挥中心协调，负责对海上的作战指挥，协调与其他军兵种的作战行动；⑹ 火箭部队作战指挥子系统，在作战中心的火箭部队指挥员，根据战区作战的需要，与战区火箭部队作战指挥中心协调，负责对火箭部队的作战指挥，并协调与其他军兵种的作战行动；⑺ 电子战作战指挥子系统，以电子战控制系统为支撑，负责指挥战区直属电子战部队的电子侦察、电子防御和电子进攻等作战行动，协调和指挥各军兵种电子战力量进行电子攻防作战行动；⑻ 作战保障子系统，以各军兵种的后方保障、技术保障系统为支撑，统一计划、协调各军兵种的

后勤与技术保障力量、实现对各保障机构相联的作战勤务保障部队的指挥；(9)技术保障分系统，是依托自动化指挥控制设备，如计算机、数据库、显示与通信设备，建立并实现指挥、控制、通信、情报的一体化，使之成为联系密切、协调有序、有机运转的系统体系。战区作战指挥中心与战区情报信息融合中心、通信指挥控制中心、电子对抗信息战中心、火力中心以及后勤保障指挥中心和战区陆、海、空、火箭部队的作战指挥中心组成战区级作战指挥控制系统。

（撰写：李天恩　审订：薛成铭）

zhanshu shujulian

**战术数据链**　tactical data link　专门提供给战术指挥控制使用的一种简单数据网络。海军中使用的战术数据链有两种，一种是舰艇编队内舰艇和舰艇之间、舰艇和飞机之间的自动通信链路，信息速率一般为 2400 b/s 左右。另一种是用以传输地面或舰艇对空指挥所（控制站）和飞机（被控飞行器）之间的控制信息和目标信息，它是工作在 UHF (225.000～399.975 MHz) 频段的半双工数字数据传输系统。信息速率一般在 5 kb/s 左右。链路中数据的发送和接收必须遵循预定的通信协议，按照程序自动运行；目标数据也必须严格遵守统一规定的格式。战术数据链系统由指控系统战术处理计算机、数据链终端、高频(HF)的或特高频(UHF)的收/发信机及天线组成。数据链终端由网络控制器、数据加密器及高频调制解调器组成。战术数据链为集中控制式网络，由网络控制站控制网络的运行和管理。网络中只设一个网络控制站为主站，其余参加站均为从属站。网络中交换数据的方式有的采用点名呼叫(roll call)方式，也有的采用时隙(time slot)，最近还发展了一种具有动态时隙分配功能的时分多址(TDMA)方式。常用的纠错编码有汉明码、乘积码、RS 码、格雷码等。战术数据链的主要功能是：扩大探测设备的作用距离，使参战单元的显示控制台获得整个战区清晰而明确的战术态势，使指挥员在复杂的信息环境中作出正确判断，从而提高编队作战的快速反应速度、增强编队协同作战能力和作战效果。　（撰写：张友爱　审订：舒治安）

zhanshu weixing tongxin xitong

**战术卫星通信系统**　tactical satellite communication system　地面机动部队使用的卫星通信系统(GMFSCS)。该系统是为战区机动部队提供 X 频段的卫星通信服务。这里所说的地面机动部队(GMF)系指陆军、海军陆战队、空军备用指挥部队以及快速反应部队。作战范围从单一军种扩展到多军种联合作战。GMFSCS 系统并无系统专用空间段，它是利用国防卫星通信系统 DSCS Ⅱ 星上的窄波束抛物面方向可控天线和 DSCS Ⅲ 星上的 0.9 m 方向可控的抛物面天线，以及 X 频段转发器。GMFSCS 系统可满足从战区集团军到机动旅各级司令部之间的重要指挥通信需求，其终端可用来提供防空、炮兵旅和其他部队之间的指挥控制之用。有两种基本速率，即高速率全双工多路干线及低速率线路，前者使用 X 频段，后者使用 UHF。系统中采用两种终端：(1) 节点终端；(2) 非节点终端。低速率的战术移动通信 UHF 终端有多种，如供海军舰艇、陆战队岸站以及机载指挥所使用的综合地面终端。

（撰写：王巨椿　审订：李振邦）

zhangshang jisuanji

**掌上计算机**　palm-top computer　又称掌上机。一种袖珍式个人计算机。掌上计算机可看作是笔记本计算机的微型化产品，其功能接近于早期笔记本计算机的功能。它结构更紧凑，集成度更高，体积更小，重量更轻，能耗更低。一般比香烟盒稍大一点，重量在 200 g 以下，可放入口袋随身携带。掌上机在输入方式上与笔记本计算机不同，它采用笔输入，有手写体识别功能，可直接在屏上写字输入。有些也有语音输入输出和识别功能。它有一个十分友好的人机界面，操作简单、易学、易用。不少掌上机还具有无线通信功能，并能随时上网浏览、查询、接收、发送电子邮件，非常适合在野外、流动、分散的工作环境使用。掌上机所用的微处理器，一般趋向于采用通用芯片。显示器分为单色和彩色，但彩色的薄膜晶体显示屏（TFT）现在价格还十分昂贵。掌上机使用的操作系统主要有：Palm OS、Windows CE、Linux 等，它们通常被固化。掌上机的电源一般使用 2 节 AAA 电池或锂离子充电电池等。为改善电池性能，延长电池寿命，近年来开始采用智能化电池和电源智能管理技术。如图所示为联想天权 2000 掌上机。



联想天权 2000 掌上机

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

zhegui yizhijie qijian

**锗硅异质结器件**　SiGe heterojunction device　在 Si 衬底上生长 Ge、Si 合金基区而制成的器件。锗硅异质结器件的制造工艺与 Si 集成技术工艺兼容，由于基区使用 Ge、Si 合金，其电子迁移率比 Si 高出许多，加上发射结是异质结的特点，器件的射频特性和瞬态特性比 Si 器件提高许多，因此具有良好的发展前景。这类器件中，锗硅异质结双极晶体管(HBT)研究最早也最深入，工作频率已超出 100 GHz，射频性能良好；锗硅 HBT 用于 CMOS (BiCMOS) 可改善驱动功能，用于反型沟道场效应晶体管，可避免电荷存储和载流子复合，是理想的开关器件；锗硅调制掺杂场效应晶体管(MODFET)不仅工作频率高、跨导大而且低温性能好；锗硅毫米波混合隧道雪崩渡越时间(MITATT)二极管，工作频率大于 100 GHz，在低噪声条件下输出功率为 25 mW；在发光二极管(LED)方面的应用也引人注目，1.3～1.5 μm 红外探测器可以用于光纤通信。目前射频大功率、低相位噪声器件以及高速 ADC 集成电路已开始进入市场。

（撰写：陈克全　审订：林金庭）

zhetanceqi

**锗探测器**　Ge detector　采用锗作光敏材料的光电二极管探测器。锗光电二极管有 P–N 结、PIN 结和雪崩三种形式。锗光电二极管在室温下工作时漏电流较硅光二极管大，可通过温差电制冷或液氮制冷改进性能。锗光电探测器的响应波长范围约为 0.4～1.4 μm。用锗制成的低温测辐射热计需在液氦温度下工作，响应波长范围为 1.7～2000 μm。

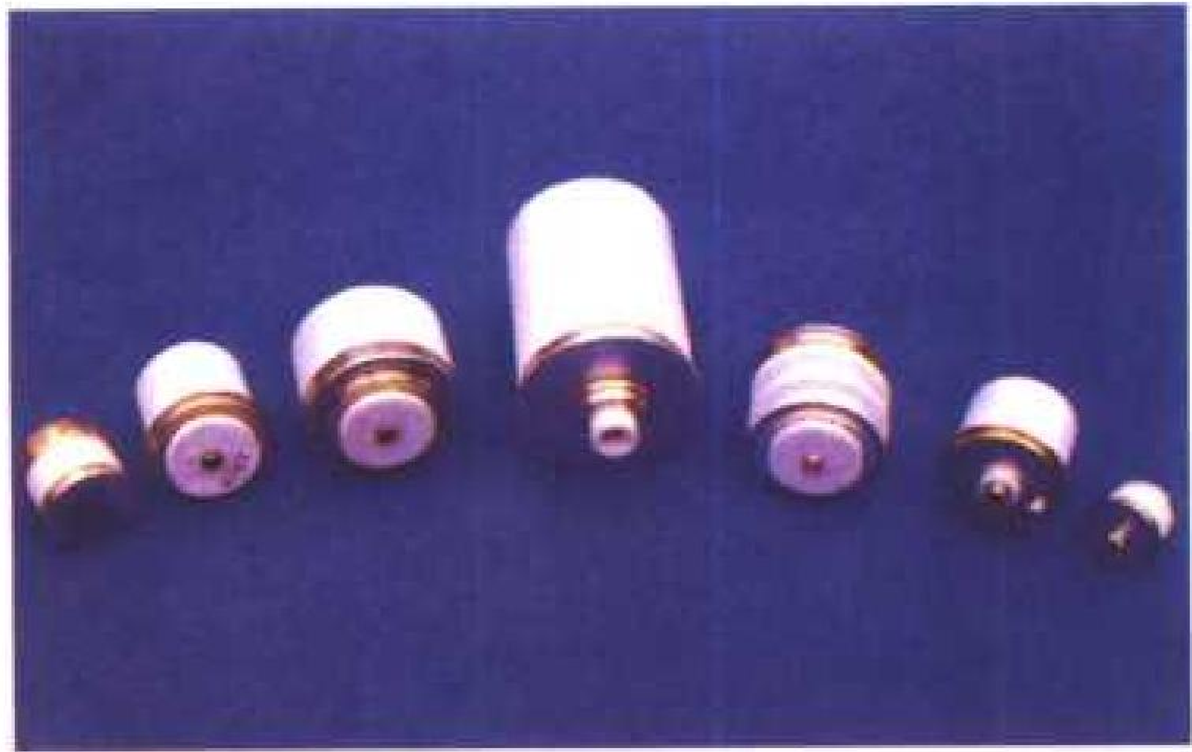
（撰写：董培芝　审订：韩建忠）

zhencha jieshouji

**侦察接收机** reconnaissance receiver 专用于在宽的频带内接收敌方各种未知电磁（包括声、光）辐射信号，经过分析和识别得出有关敌方电子设备的工作频率、方向、信号特征等技术参数及其用途、类别、威胁等级等情报的接收装置。侦察接收机分为电子情报侦察接收机和电子支援侦察接收机两种。电子情报侦察（属战略性电子侦察）接收机搜索并截获敌方各种电子设备辐射的电磁（或声、光）信号、进行参数的精确测量和分析，确定其类型、功能、位置及其变化，为对敌斗争和电子对抗决策提供军事情报；电子支援侦察（属战术性电子侦察）接收机对敌方电磁（或声、光）辐射源进行实时搜索、截获和测量、判别威胁性质、类别及等级，为实施电子干扰、电子防御、机动规避、反辐射攻击等行动提供实时支援。按应用范畴，侦察接收机可划分为雷达侦察接收机、通信侦察接收机、光电侦察接收机、水声侦察接收机等，分别应用于相应的侦收目的。（撰写：龚渝 审订：顾耀平）

zhenkong chufaguan

**真空触发管** triggered vacuum gap 又称触发真空火花隙、触发真空开关管。利用真空中金属蒸气放电的触发管。典型结构为陶瓷金属外壳的三极管，工作过程类似充气触发管。管内维持 $1\times10^{-4}$ Pa 以上的真空状态、放电粒子的平均自由程远大于极间距离，起始放电的电荷载体来源于电极表面。它比充气触发管工作范围更宽、体积小、工作频率高、功率大、能在强辐照的条件下工作，是抗核加固的关键电子器件。它有利用电场畸变、高蒸气压金属材料、吸氢材料、介质表面沿面放电、电子束和光束等多种触发方式。工作电压低者数百伏，高者数十千伏，电流大到数十千安。小型管用于引爆和自动控制等。大型管用于高电压设备的过电压和过电流保护，高压大功率整流和变流、模拟核试验和电力系统等。利用真空开关管的动触头等技术，可使真空触发管承受更高功率、并可延长寿命。目前向小型化和高电压大功率两极发展。（撰写：周志伟 审订：廖复疆）



触发管

zhenkong dianzi qijian de laolian gongyi

**真空电子器件的老炼工艺** aging process of vacuum electronic device 老炼是真空电子器件排气后、再经必要电气处理，使之达到正常使用标准的工艺过程。老炼的目的是充分激活阴极、稳定发射、进一步对管内电极去气、提高管内真空度、增大极间绝缘强度等，从而达到稳定管子电气和高频参数的目的。老炼操作主要包括两个内容：⑴高压老炼、又称打高压，目的是提高管子耐高电压的能力；⑵低压老炼、为了使阴极进一步激活、电极去气和稳定整管各项参数等。真空电子器件种类繁多、老炼工艺各异、有的在排气过程中就进行部分或整个老炼、有的在排气封离后进行。对现代军用电子器件、为保证产品的高可靠、高稳定性、在器件检测合格后、还需进行长时期的老炼、以消除早期失效的产品。例如行波管的老炼过程是排气老炼、聚焦老炼、静态老炼和动态老炼、通过以上各个过程的老炼、使管子的工作稳定性和可靠性大为提高。老炼工序通常是在老炼设备上进行的，有些器件是在排气台上完成的，有些则是在连续老炼台或固定老炼台上完成的。（撰写：高陇桥 审订：廖复疆）

zhenkong dianzi qijian de paiqi gongyi

**真空电子器件的排气工艺** exhaust process of vacuum electronic device 排气是去除电子管内的气体、使其在工作时和长期存放中保持较高的真空度、同时也是对阴极和其他电极进行处理。通常包括如下内容：⑴接管上台、将已封口的器件、接到排气系统上、抽真空、检漏；⑵烘烤去气、对管体加热、使管壳等吸附的气体不断逸出、被真空泵抽走；⑶电极除气、用高频感应加热或其他方法(如电子轰击)对电子枪和其他电极除气；⑷阴极处理、通过加热、使阴极分解、还原激活、或在适当温度下、在相应电极上加一定正电压、产生电解激活、从而使阴极产生一定的发射能力；⑸封离、阴极分解激活后、真空泵继续抽气，待管内真空度达规定值后、就可以封住排气管、进行封离作业、将管子由排气台上取下来。排气中、有些管子带有吸气剂或钛泵、还需要进行去气和激活处理。有些管子有特殊电气参数也要在排气时进行检测。排气是在专门的排气台上进行的，排气台一般由真空系统、真空检测仪器、去气设备、电源及电器控制装置组成。根据烘箱种类、有普通排气台和双真空排气台等、按真空泵类型，可分有油和无油真空系统。此外、对于军用微波电子管和大功率、耐高压电子管亦有采用动态排气、即在同一真空系统上完成排气和老炼工序。这对提高产品质量、电气性能、可靠性等方面都能起到重要作用。

（撰写：高陇桥 审订：廖复疆）

zhenkong dianzixue

**真空电子学** vacuum electronics 研究带电粒子（电子、离子）在真空或气体中的运动规律及其与电磁场和物质互相作用的学科和技术、是电子学的一个基础分支学科。其研究内容涉及相应的器件、仪器和设备、及其有关的机理、材料和技术。真空电子学是一门发展历史较早、技术也较成熟的学科、也是一门重要的基础性科学技术。利用真空电子学的原理制成的真空电子器件，广泛用于广播、电视、通信、工业控制、家用电器和医疗卫生等行业，大大地推动了人类社会的进步和发展；在军事上、真空电子器件是雷达、电子战、通信和精密制导装备的心脏，是某些军用电子装备中难以替代的关键性器件。近年来随着现代科学技术的进步、又开辟了新的研究和应用领域。近几年出现的真空微电子学是真空电子学和微电子加工技术相结合的产物。利用真空微电子器件做成的平板显示器、振荡器、放大器和各种传感器、将成为 21 世纪的重要器件。相对论电子学是真空电子学的另一发展方向，它利用相对论电子注和全新的工作机理，使真空电子器件的输出功率和效率得到极大的提高。这些进展表明、真空电子学仍将对 21 世纪现代国防、科技进步、国民经济的发展和人民生活等各个领域产生深远的影响。

（撰写：邝心湖 审订：黄史坚）

zhenkongguan fasheji

**真空管发射机** vacuum tube transmitter 使用真空管功率振荡器或功率放大链的发射机。使用微波管的发射机称为微波管发射机。在分米波与米波工作的雷达发射机常使用三、四极管。20 世纪 60 年代初对正交场管、速调管和行波管等微波管的功率—频率边界作过预测，以 $P_0f^2$ 表述，如表所示。在频率边界内的功率受管内真空击穿电压、波导击穿电压、射频输出窗和冷却传热技术等因素制约。随着雷达体制和制管技术的发展，微波管脉冲的 $P_0f^2$ 值无甚变化而平均值已有显著突破，已知型号的正交场管达 1.00 MW (GHz)$^2$，而行波管约 10.00 MW (GHz)$^2$。

微波管的品质因素

| 放大管 | 脉冲的 $P_0f^2$ | 平均的或连续的 $P_0f^2$ |
|---|---|---|
| 正交场管 | 70～90 | 0.2 |
| 速调管 | 125 | 0.2 |
| 行波管 | 27 | 0.2 |

$P_0$— 功率/MW；$f$— 中心频率/GHz；
$P_0f^2$— 品质因数/MW (GHz)$^2$

（撰写：许鸿烈　审订：徐脉行）

zhenkong jishu

**真空技术** vacuum technology 真正的“真空”是不存在的，低于一个大气压的气体状态即为真空。真空度是对气体稀薄程度的客观度量，用每单位体积中的气体分子数来表示。压强越高，真空度越低；压强越低，真空度越高。通常真空区域的划分为：

| | |
|---|---|
| 1 标准大气压～$10^3$ Pa | 粗真空 |
| $10^3$～$10^{-1}$ Pa | 低真空 |
| $10^{-1}$～$10^{-5}$ Pa | 高真空 |
| $10^{-5}$～$10^{-10}$ Pa | 超高真空 |
| $<10^{-10}$ Pa | 极高真空 |

真空技术的主要内容是真空的获得和真空的测量。真空获得就是抽真空，即利用各种真空泵将电真空管内的气体抽除，使其达到一定的真空度。真空泵种类很多，按其工作原理可分为两类：(1) 气体传输泵，一种能将气体不断吸入并排出泵外以达到抽气目的，如旋转机械泵、油扩散泵和涡轮分子泵。(2) 气体捕集泵，一种使气体被短期或永久地吸附或凝结在泵内的真空泵，如分子筛吸附泵、钛升华泵、溅射离子泵、低温泵和吸气剂泵。表1给出了几种常用真空泵的工作压强范围，表2为常用真空计的测量范围。

表 1　常用真空泵的工作压强范围

| 泵 | 压强/Pa | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^4$ | $10^3$ | $10^2$ | $10^1$ | $10^0$ | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-5}$ | $10^{-6}$ | $10^{-7}$ | $10^{-8}$ | $10^{-9}$ | $10^{-10}$ |
| 旋片机械泵(掺气时) | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | |
| 旋片机械泵(不掺气时) | + | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | |
| 吸附泵 | + | + | + | + | + | + | | | | | | | | | |
| 扩散泵 | | | | | + | + | + | + | + | + | | | | | |
| 涡轮分子泵 | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 钛升华泵 | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | | |
| 溅射离子泵 | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + | |
| 低温泵 | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | + |

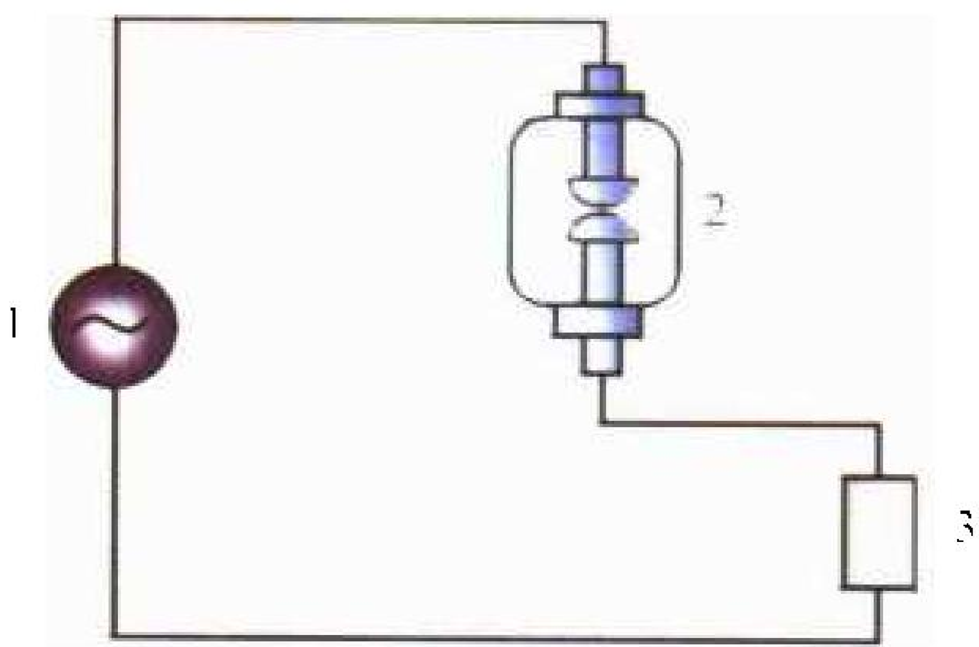
表 2　常用真空计的测量范围

| 真空计 | 测量范围/Pa |
|---|---|
| U 形管真空计(水银) | $10^5$～10 |
| (油) | $10^4$～1 |
| 压缩型真空计 | $10^3$～$10^{-3}$ |
| 热传导真空计 | 100～$10^{-1}$ |
| 热阴极电离真空计 | $10^{-1}$～$10^{-5}$ |
| B-A 电离真空计 | $10^{-1}$～$10^{-9}$ |
| 冷阴极电离真空计(磁控式) | 1～$10^{-5}$ |
| 薄膜真空计 | $10^3$～$10^{-2}$ |
| 克努曾真空计 | $10^{-1}$～$10^{-5}$ |

（撰写：高陇桥　审订：廖复疆）

zhenkong kaiguanguan

**真空开关管** vacuum switch tube, vacuum interrupter 又称真空灭弧室。采用密封在真空中的一对触头之间的闭合与断开实现电力电路的接通与分断的电子器件，是真空开关设备的心脏。按用途分为断路器用、负荷开关用、接触器用和特殊用途四种。按电压等级分为低压级 (10 kV 以下)、中压级 (10～35 kV) 和高压级 (35 kV 以上) 三种。亦可按屏蔽罩固定方式等分类。外壳为玻璃、陶瓷或微晶玻璃等。内置动触头、静触头、屏蔽罩、波纹管、导电杆等零部件。触头结构有圆柱型、横向磁场型、纵向磁场型、折叠花瓣型等。触头材料有铜铋合金、铜碲硒合金、铜铬合金及难熔金属等。



真空开关管接入负载的电路
1—电源；2—真空开关管；3—负载

真空开关管体积小、重量轻、不污染环境、无爆炸危险、安装位置任意、耐冲击振动、维修量小、寿命长、耐压强度高和开断能力强等。工作原理如图所示。当操作机构(图中未画出)使动导电杆向上运动时，波纹管伸长，动静两触头闭合，使电路与负载接通，负载上有电流通过。当操作机构使动导电杆向下运动时，波纹管收缩，动静触头分开，这时触头表面产生金属蒸气电弧，电弧熄灭时电流切断，线路断开。真空开关管主要用于电力系统的输配电、电容器组和高压电机切合、城市和铁道变电站、工业炉和大型通信设备的快速事故保护等。其发展方向是高可靠、智能化和规模化。负荷开关用的真空开关管的发展将更快。在中低压管小型化的同时，真空熔断器和三极真空开关管将很快发展。(撰写：周志伟　审订：廖复疆)

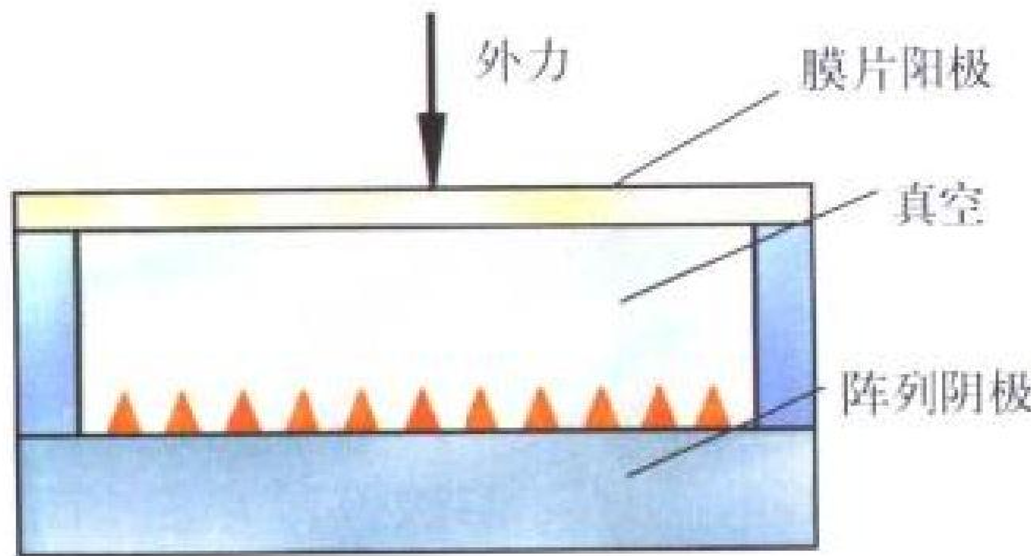
zhenkong pingban xianshiqi

**真空平板显示器** vacuum panel display 一种平板化的真空显示器件。所谓平板化是指显示面对角线与器件厚度比大于 4∶1 的显示器件。以彩色显像管 (CPT) 与彩色显示管 (CDT) 为代表的 CRT 类真空显示器件在亮度、分辨率、色度、响应速度、对比度、寿命、视角等方面性能卓越，又具有价格低廉等优点，已形成巨大产业，但 CRT 庞大笨重、功耗大，使用高电压会产生X射线辐射和图像闪烁抖动，有害健康，不耐振动和冲击，不能在强磁场和核辐射下工作，也不能制成电池供电的便携式整机。这些缺点随着科技进步日益突出。一批平板显示器件如液晶显示 (LCD)、电致发光(EL)、发光二极管 (LED) 的发展迫使真空显示器件也向平板化方向发展以与之竞争。属于此类器件的有真空荧光显示管 (VFD)、等离子体显示器件 (PDP)、扁平显像管、平板 CRT以及场发射平板 CRT 等。

(撰写：严增濯　审订：廖复疆)

zhenkong weidianzi chuanganqi

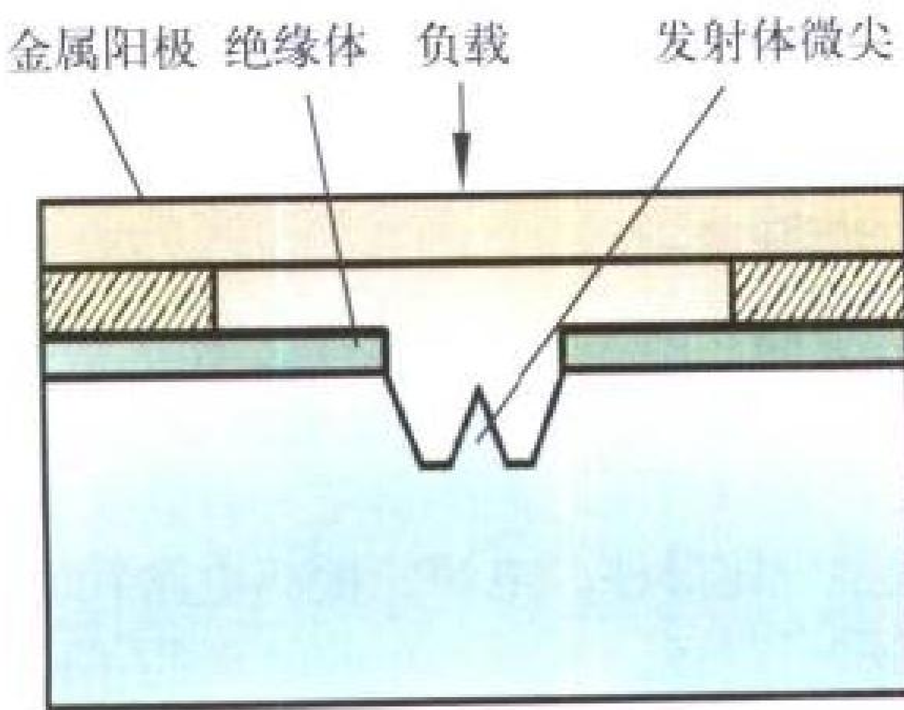
**真空微电子传感器** vacuum microelectronic sensors (VMS) 采用真空微电子原理和技术制造的传感器。这种传感器利用电子场发射的机理，将被检测的信号与电子场发射的电流、电压等参数相联系，从而达到检测某个物理量的目的。真空微电子传感器具有体积小、重量轻、抗辐射和响应快等特点，适用于航空和航天工业、汽车工业、电子工业和医疗领域等。常用的 VMS 有压力传感器、位移传感器、加速度传感器、气压传感器、振动传感器和磁敏传感器等。如图所示为一种 VMS 压力传感器的示意图。在某个压力作用下，膜片 (阳极) 发生形变，导致场发射电流变化；检测场发射电流的变化即可得知压力的变化。　(撰写：丁明清　审订：廖复疆)




真空微电子压力传感器示意图

zhenkong weidianzi qijian

**真空微电子器件** vacuum microelectronic devices (VMD) 又称微电子真空器件。用微细加工技术制成的具有大电流密度的场致发射阵列阴极作为电子源的真空器件。随着场致发射阵列电子源及微机械加工系统 (MEMS) 的发展，促成了微细加工技术与传统电真空技术的结合，导致了真空微电子器件的诞生。真空器件在使用场发射阵列阴极后，不仅使器件体积、重量减小，而且器件将有更低的消耗功率，更高的响应频率，更快的响应速度，更高的输出功率和工作稳定性。真空微电子器件几乎进入了传统真空器件的全部领域，包括真空微电子射频放大器 (如微型三极管、小型化行波管、微型返波管、FEA 回旋管、FEA 磁控管、分布放大器、感应输出放大器等)、场发射显示器 (FED)、真空微电子传感器 (如压力传感器、超高真空电离计、加速度传感器、磁场灵敏分析器等)、高速和高压开关、扫描隧道显微镜、自由电子激光、光源、加速器、平板摄像器件等。真空微电子器件在国防上具有广泛的应用前景，如小型化行波管和可用于微波功率模块的输出级、相控阵雷达和局域通信；场发射显示器可用于头盔显示器、炮瞄定位显示、雷达显示屏。此外，还可用于国民经济的诸多领域，如场发射显示器在航空航天器上可得到全日光下的显示图像，冷阴极质谱计可用于探测星球等。　(撰写：张甫权　冯进军　审订：廖复疆)




真空微电子微型三极管示意图

zhenkong weidianzi shepin fangdaqi

**真空微电子射频放大器** vacuum microelectronic RF amplifier 利用场致发射阵列阴极制造的微波毫米波真空电子器件。由于场致发射阵列阴极特有的电流密度大、启动快、功耗小等优点，可以使真空微电子射频放大器具有高效率、小型化、长寿命的特点。主要应用器件类型有：(1) 微型三极管；(2) 场发射分布放大器；(3) 线性注器件如行波管、速调管和返波振荡器；(4) 感应输出放大器 (速调四极管、行波速调四极管)、场发射直射式速调管；(5) 正交场放大器如分布发射式正交场放大器、正交场奥罗管；(6) 快波器件如FEA 回旋管；(7) 高能束应用如 X 射线自由电子激光器、RF 线性加速器；(8) 其他如 SIMTRON (空间注入调制放大器)、横向偏转调制器件等。　(撰写：冯进军　审订：廖复疆)

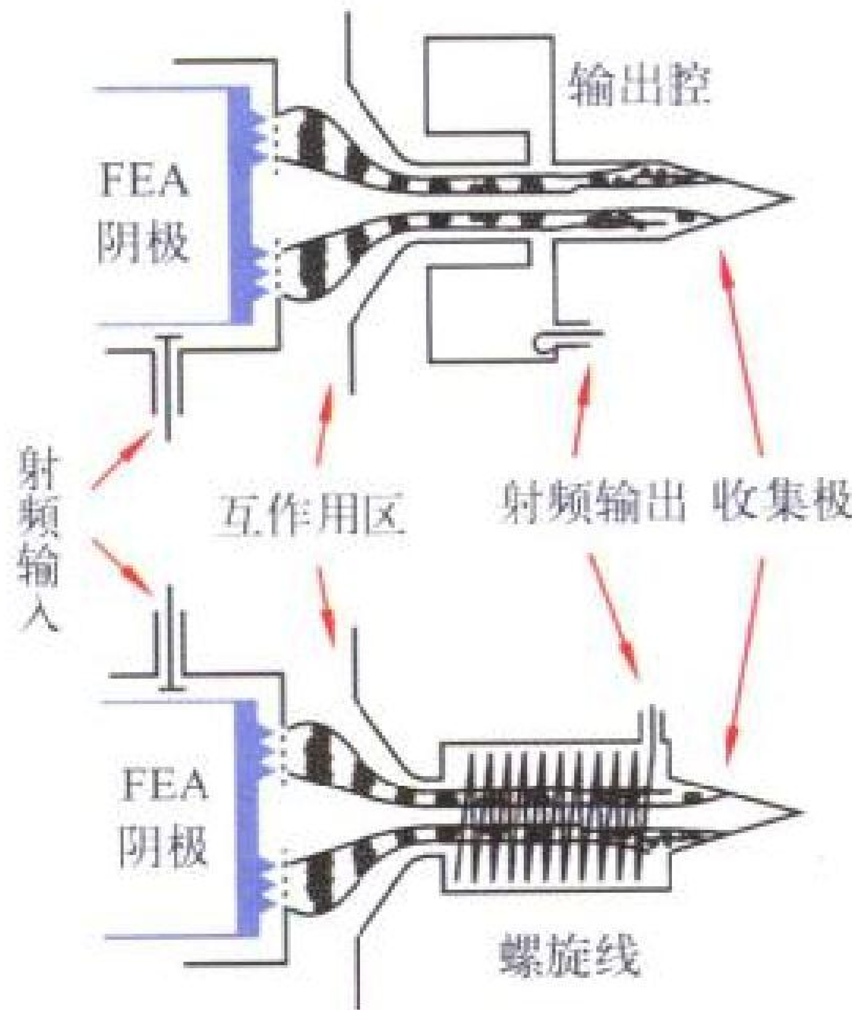



图 1 感应输出放大器原理图

(上：速调四极管，下：行波速调四极管)

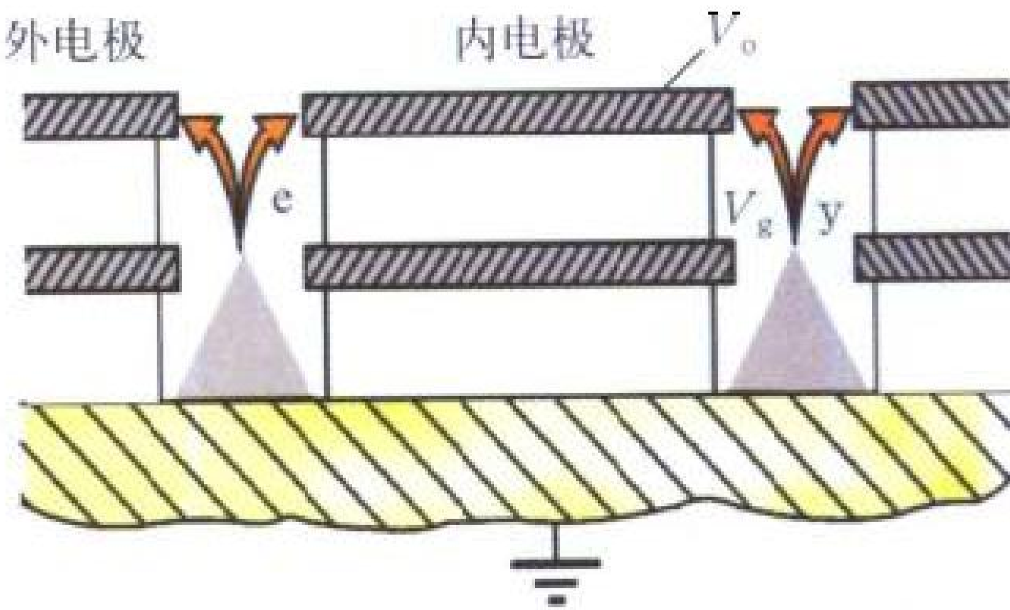



图 2 空间注入调制放大器原理图

zhenkong weidianzixue

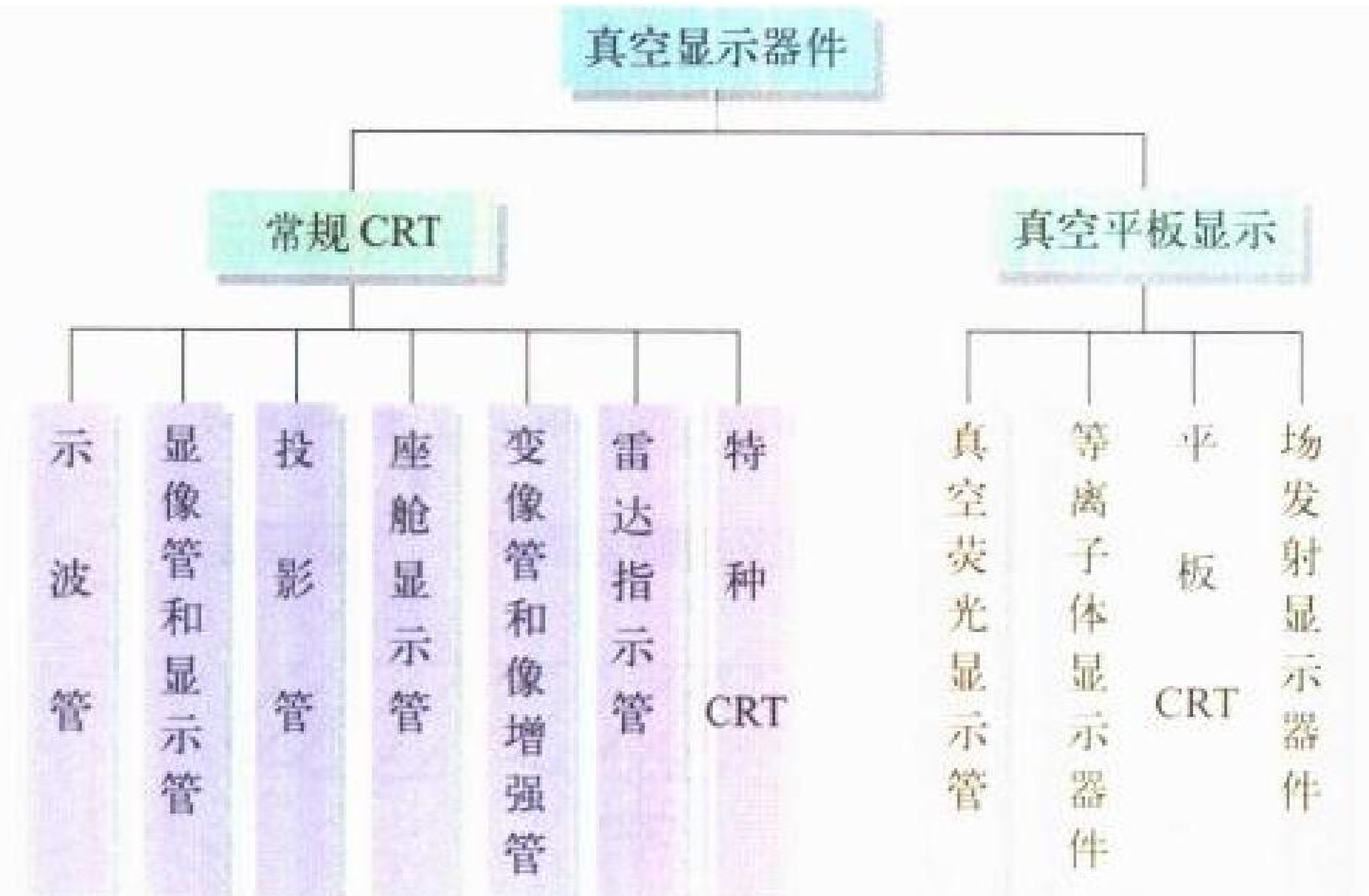
**真空微电子学** vacuum microelectronics 一门真空电子学和微电子学的交叉学科。用来描述微米级到纳米级大小的范

围内，电子在真空电子器件中作无碰撞弹道运动的行为和特征，电子与静电场、静磁场及电磁波相互作用的一门科学与技术，以及研究将微细加工技术用于真空电子器件的制作工艺。真空微电子器件的核心为场致发射阵列阴极，它在较低的电压下就可以使电子发射，且电流密度比较大，室温工作，抗γ射线和核粒子辐射。其主要研究内容有：(1) 场致发射阵列阴极的微细加工技术、薄膜技术、表面分析技术、发射特性的测试技术及其模拟；(2) 场致发射的理论；(3) 新型场发射结构、场发射体材料；(4) 微尖场发射体表面场分布及粒子的计算机模拟；(5) 真空微电子器件的工艺、原理及计算机模拟等。其应用领域包括微波毫米波真空电子器件、场发射平板显示器、压力传感器、微电子机械系统、真空微电子高速数字集成电路、平板摄像机等。

（撰写：冯进军　审订：廖复疆）

zhenkong xianshi qijian

**真空显示器件**　vacuum display device　一个真空器件由电信号呈现信息供视觉感受的器件，其中绝大部分是阴极射线管，又称电子束管、CRT。在气密管壳内，由存在于真空或特定气体中，利用电极电压或外加聚焦和偏转磁场来控制电子或离子运动以实现字符、图形或运动图像信息显示的器件，它可以用电子束轰击激发荧光粉来实现显示，这种显示称为CRT，也可以用光致激发荧光粉或气体放电发光来实现显示。真空显示器件品种繁多，其分类方法很多，这里列举两种分类方法，一种是按输入信号和输出信号的性质分成以下两种：(1) 把电信号转换成显示的，如示波管、显像管、显示管、投影管、雷达指示管、真空荧光显示管、平板CRT、座舱显示管、头盔显示管、等离子体显示器件、场发射显示器件等。(2) 把可见或不可见的光学图像增强或转换增强成可见的图像显示，如变像管、像增强管、X射线像增强管等，它们都是利用光电发射来完成工作的器件，又称真空光电显示器件。另一种是按管子的形状来分，如图所示。随着科学



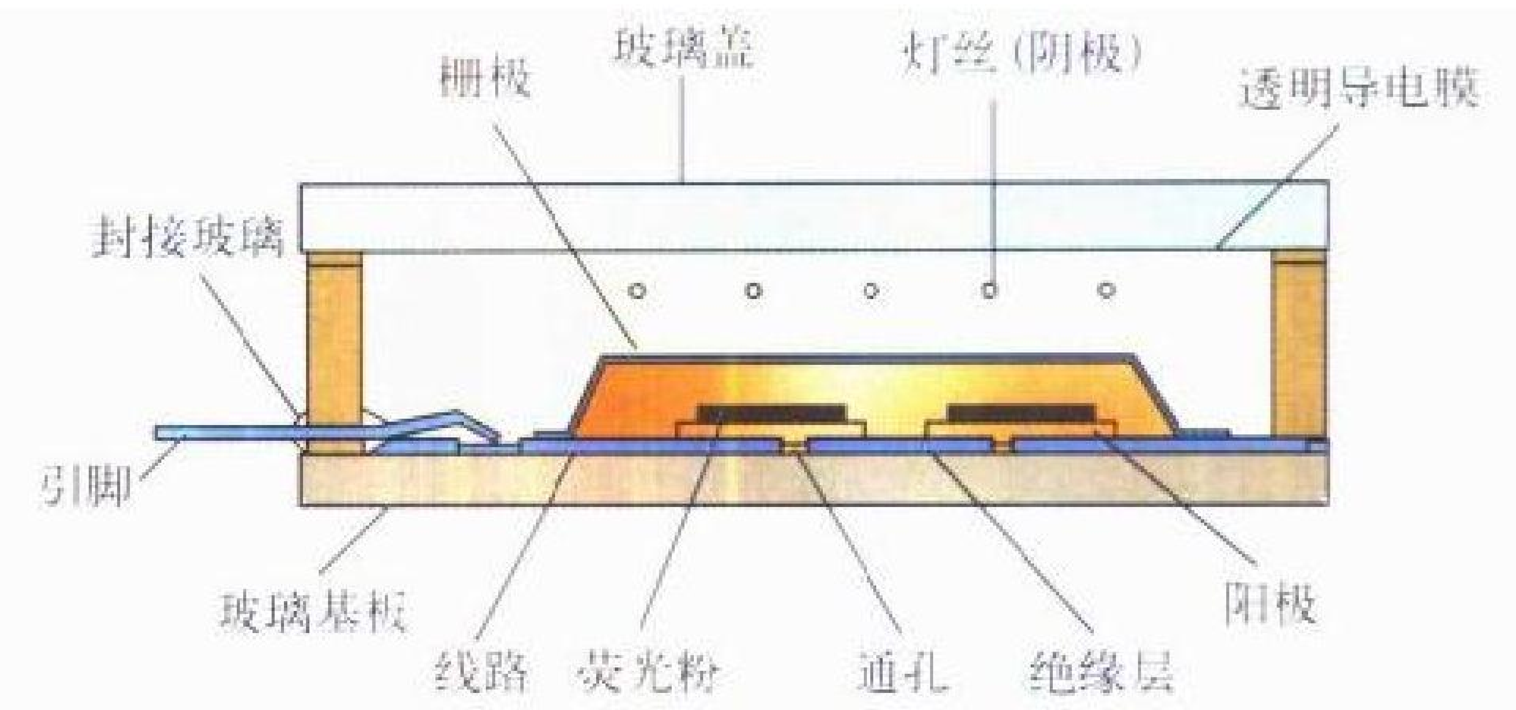

真空显示器件

技术的发展和计算机的普及，越来越多的人需使用显示器件来观看文字、数字、图形和图像信息。显示器件已不仅是人类观看电视节目以及上网的需求，而是学习、工作、娱乐、通信等的工具。以显像管和显示管为代表的真空显示器件目前仍是显示器件中的主要产品，也是用量最大的真空电子器件。

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

zhenkong yingguang xianshiguan

**真空荧光显示管**　vacuum fluorescent display tube (VFD)　一种低能阴极射线发光的平板CRT。1967年，日本用低能电子发光原理，以ZnO：Zn作荧光粉发明了VFD。它是在玻璃密封的高真空下由阴极、阳极和栅极三个电极构成的一个真空三极管，如图所示。阴极是一个涂以三元碳酸盐氧化物




真空荧光显示管的剖面图

阴极粉的直热式细钨丝，栅极为薄的金属网，阳极是由线段或点导电电极上面用丝网印刷法制成字符、数字、符号或任何图形的荧光粉。阴极加热后发射的热电子受栅极和阳极所加正电位加速，碰撞和激发阳极上的荧光粉而发光。分别控制栅极和阳极上正或负电位就可产生所希望的发光图形。VFD最常用的是辐射蓝绿色光的荧光粉，因为它具有较高的亮度、较长的寿命和美感。由于不同的信息需使用不同的色彩来表示，目前已能使用蓝色、天蓝色、蓝绿色、浅绿色、淡黄色、黄色、琥珀色、柑橘色、红色等9种发光色彩的荧光粉。VFD以发光亮度高、多色显示、视角大、寿命长、电压低等优点广泛地应用于家电、VCD、电子秤、汽车显示等行业中。

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）

zhenshigan tuxing shengcheng

**真实感图形生成**　realistic graphics generation　使三维空间的物体生成具有色彩、纹理、阴影、层次等真实感图形的技术。即利用计算机图形生成技术，对空间的各种物体和自然景物产生如照片一样的真实感效果。真实感图形生成又称作真实感图形综合。为了产生图形的真实感，一般需要研究的图形综合技术内容包括：(1) 在图形中消除在特定观察点看不见的物体或部分物体，从而产生空间物体的层次感；(2) 在物体表面生成各种各样的纹理，以增强物体的质感；(3) 尽可能精确地模拟光源照射的物理效果，使空间物体具有像拍照片一样的光照效果和明暗层次；(4) 模拟透明物体的效果；(5) 在显示设备有限的离散精度范围内尽量保持图形具有自然的光影过渡和连续性等。真实感图形生成技术将会模拟生成复杂的自然情景和具有高的逼真度，它在计算机动画（如影视、广告、计算机艺术等）、计算机仿真、计算机辅助设计、计算机辅助制造、科学计算可视化以及虚拟现实等众多领域已得到广泛应用。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

zhendangqi

**振荡器**　oscillator　能自动输出不同频率、不同波形的交流信号，使电源的直流电能转换成交流电能的电子电路或装置。简单的说，振荡器是一种能量转换装置，由电真空器件或半导体器件、电源、振荡电路和回授电路等组成。振荡器的种类很多，从所产生的波形的不同，可分为正弦波振荡器和非正弦波（如矩形波、锯齿波等）振荡器。正弦波振荡器根据电路的组成，又可分为$LC$振荡器、$RC$振荡器和晶体振荡

器等。图 1 为正弦波石英振荡器电路，图 2 环形多谐振荡器（一种非正弦波振荡器）电路。振荡器的工作原理和单摆摆动原理相似，要维持振荡不断进行，必须及时给电路补充能量，即必须产生自激振荡，并由外加能源予以支持。振荡器的振荡频率由电路本身的参数决定。振荡器的主要性能指标是频率和频率稳定度。后者是指在一定的时间间隔和温度下，振荡频率的相对变化，这个数值越小，则频率稳定度越高。振荡器在通信、广播、自动控制、仪表测量、高频加热及超声探伤等方面有着广泛的用途。

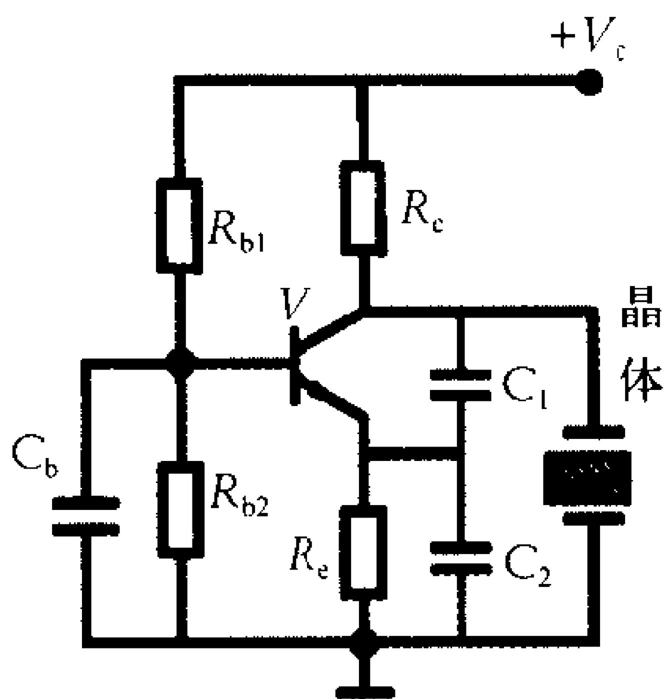


图 1 正弦波石英振荡器

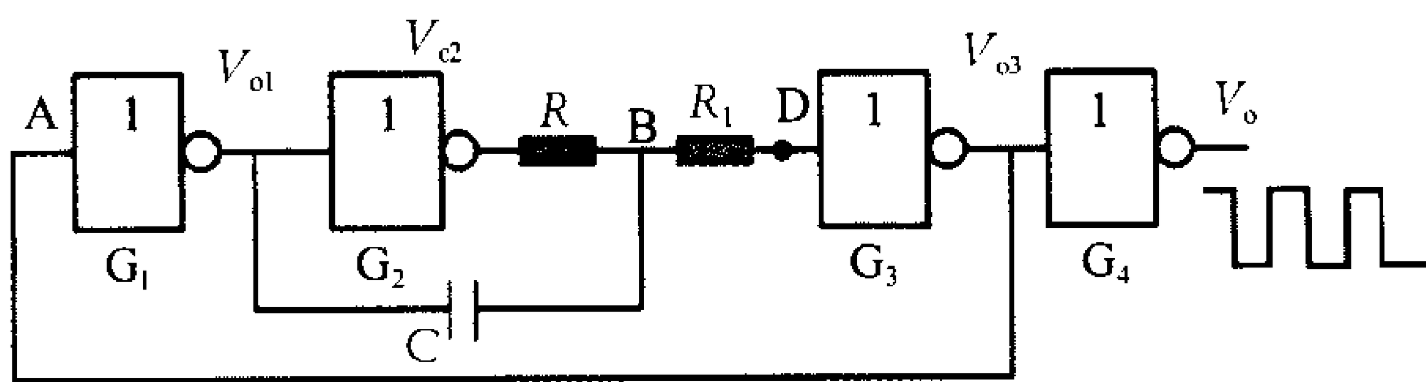


图 2 环形多谐振荡器

（撰写：王莺　审订：蒋怡）

zhendong guanxing qijian

**振动惯性器件** vibratory inertial device　用于测量运动物体的各种运动参数，包括角速度、角度、线加速度等的惯性器件。它的核心部分是振动元件。振动惯性器件包括振动陀螺和振梁式加速度计。振动陀螺利用振动质量在被基座带动旋转时导致的哥氏效应来检测该基座在惯性空间的角速度或角位移，因此亦称哥氏振动陀螺。压电振动陀螺、半球谐振陀螺和微机械振动陀螺均属哥氏振动陀螺范畴。振梁式加速度计利用振动元件在外部加速度的作用下谐振频率发生变化的特性来检测基座运动的线加速度。振动惯性器件是惯性导航和惯性制导系统、定位和定向系统、稳定和瞄准系统、测量和控制系统中的核心部件，在国防建设和国民经济建设中具有广泛的用途。（撰写：吕志清　审订：胡爱民）

zhengjiaochangguan fasheji

**正交场管发射机** crossed-field amplifier transmitter　末级选用冷阴极的正交场管（前向波管或返波管）的放大链发射机。正交场器件的突出优点是效率高，工作电压低，用这类器件研制的发射机最适合用于对重量、体积和效率有严格要求的大功率、中等带宽的雷达系统。它还能在相邻脉冲间实现脉冲功率控制。正交场管有阴极脉冲调制和直流工作加控制极熄火两类工作方式。当选用阴极脉冲调制时，前向波管与返波管，都能在整个频带内保持输出功率约 1 dB 的平坦度，因为阴极脉冲调制器基本上为恒流源。为使正交场管工作稳定，阴极调制脉冲应“嵌套”在射频激励脉冲宽度内。正交场管曾经被认为是一种有争议的噪声器件。将 20 世纪 70 年代初实际测量的输出脉冲信号频谱内的信噪比数据，与 Skolnik（《雷达手册》的主编）的数据相比较，发现典型的线性电子束管为 −120～−140 dB/Hz（相对于载波电平）而比正交场管高 20 dB。80 年代末面世的阴极激励的高增益（20～30 dB）正交场管已经把脉冲内噪声降低了 20～30 dB，使正交场管发射机能在要求高纯频谱的雷达中更好应用。

（撰写：许鸿烈　审订：徐脉衍）

zhengjiaochang qijian

**正交场器件** crossed-field device　一种微波器件。在这类器件中，所加直流电场、磁场方向与电子运动方向是垂直的，它可分为振荡型器件（如磁控管）和放大型器件（如前向波放大管）。正交场器件又称交叉场器件、M 型器件。M 型器件相应于 O 型器件而得名。O 型器件是引用法文 TPO（行波管）的字母“O”；M 型器件是引用法文 TPOM（具有磁场的行波管）的字母“M”。正交场器件具有单位重量输出功率高和结构简单、可靠性高、价格便宜等优点，已被广泛应用到军事和民用各个领域，是雷达发射机、电子对抗技术、线性加速器、微波加热等领域中的主要微波功率源。如今正交场器件是技术水平正在继续提高的一种微波器件，也是当今获得低成本高功率微波源的最令人注意的途径之一。

（撰写：何天水　审订：廖复疆）

zhengxiang lianlu

**正向链路** forward link　又称正向线路或前向线路。地面中心站到中继卫星再到用户（或用户航天器）的信号通道。例如在 TDRSS 系统中，该链路由 S 频段单址通道、K 频段单址通道、S 频段时分多址通道、地面终端站到中继卫星的指令通道、地面终端站到中继卫星的导频通道等组成。S 频段单址通道的数据率为 0.1～300 kb/s，S 频段多址通道的数据率为 0.1～10 kb/s，K 频段单址通道数据率为 1 kb/s～25 Mb/s。除 K 频段单址通道外，所有正向链路勤务采用 UQPSK 调制的信号形式，并在 I、Q 两路正交信道上分别传送扩频指令码和测距码。K 频段单通道数据率大于 300 kb/s 时，采用了 BPSK 调制，且不扩频。

（撰写：施为华　修订：曾晏中　审订：钱允敏）

zhengshu

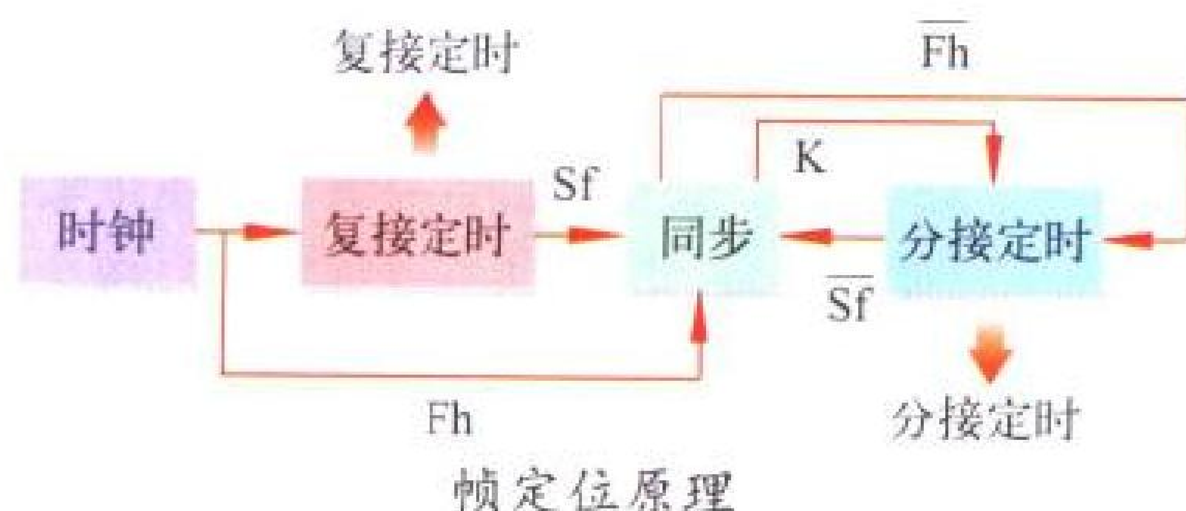
**证书** certificate　又称数字证书（digital certificate）、公钥证书（public key certificate）。一种具有标准格式的数据串，其中包括持有者身份、相应的公开密钥、有效日期、签发者身份等信息以及由该签发者对上述信息所作的数字签名。通过对其中的数字签名进行验证，可以检测出证书中的信息是否遭有意或无意的改动，从而预防证书持有者身份的伪造假冒和相应公开密钥失效。这里的签发者便是相关安全域内各方都信任的机构，即认证中心（certification authority）。

公开密钥体制有两个突出优点：(1) 加/解密功能可简化大系统中使用传统密码体制时存在的密钥分配困难问题；(2) 签名/验证功能可确保有关信息的完整性和真实性。因此，证书也就有两类，一类称作加密证书，另一类称作签名证书，分别对应于相应的公开密钥对，用于加/解密或用于签名/验证。随着互联网络及其应用的不断扩大，公开密钥体制的优越性越来越明显，公钥基础设施 PKI 成了所有现代信息系统信息安全全面解决方案的基础，而 PKI 本身的安全问题就是公开密钥的完整性，证书以及认证中心便是为公开密钥的安全性服务的，因此证书及认证中心便成了 PKI 的核心组成部分。（撰写：樊奇敏　审订：黄月江）

zhendingwei

**帧定位** frame alignment　分接设备的帧状态与接收合路信

号的帧状态保持某种规定的相对相位关系的过程。帧定位有时也称帧同步。分接设备能够正确实施分接的前提是分接控制信号必须与合路数字信号的帧定位信号保持确定的相位关系。分接控制信号在分接器定时单元产生的帧结构中占有确定位置，它出现的时刻就表示了分接器帧的瞬时状态，简称分接器帧状态。而合路信号中帧定位信号出现的时刻就代表合路信号的帧状态。分接器帧状态与合路信号帧状态保持正确的相位关系称为帧同步，否则称为帧失步。如图所示为帧



帧定位原理

定位系统简图。它是由时钟、复接定时单元、分接定时单元和同步单元组成的。时钟推动整个帧定位系统；复接定时单元和分接定时单元分别形成帧长相同的帧结构；复接定时单元产生的帧结构中含有帧定位信号；分接定时单元产生的帧结构中含有标志脉冲。同步单元的作用是在合路信号帧结构中识别出帧定位信号，以它为基准，调整本地帧结构的相对延时，直到本地帧的帧标志脉冲相对于接收帧定位信号处于规定的延时关系为止，随后监视并保持这种相对时间关系。这就是帧定位过程原理。ITU–T帧定位推荐方案：假定数字信号的平均误码率在大于90% 的时间低于 $1\times10^{-6}$；不可用误码率门限为 $1\times10^{-3}$，确定采用预置起动搜捕文字，但是这种方案不适应高突发误码环境应用。1982年我国发明了一种“抗衰落帧同步技术”，这种帧同步技术不但可以适应高突发误码环境应用，而且在任何误码情况下的帧同步性能都远优于经典方案。　（撰写：孙　玉　审订：李振邦）

zhenzhongji

**帧中继**　frame relay　运行在开放系统互联（OSI）参考模型第二层，即数据链路层上用简化方式传送和交换数据单元的一种技术。由于在链路层的数据单元一般称作帧，故有帧中继之称。帧中继的重要特点之一是它将 X.25 分组网中通过节点间的分组重发和流量控制用来恢复差错和防止拥塞（拥挤）的处理过程，从网内移到网外的端系统中去实现，从而简化了节点的处理过程，缩短了处理时间，属于快速分组交换的一种。帧中继的链路层协议是对 ISDN 的 D 信道链路访问协议（LAPD，I.441/Q.921 建议）进行扩展而成的。LAPD 的核心功能是：帧的形成、虚电路复用以及检测在节点间的数据传输和交换功能时出现的差错。国际电信联盟为 ISDN 规定的附加分组式承载业务选择了帧中继和帧交换两种方式，在用户/网络的接口上帧中继业务采用的是 I.441 LAPD 核心功能，且采用带外信令方式，而帧交换采用的则是包括核心功能在内的全部 I.441 +（I.441 扩展协议）建议的功能。因而前者比后者更为简单，对网络处理的要求更低，因此可获得低时延和高吞吐量。帧中继是一种连接型业务，在信道传输质量较好的情况下丢帧的概率也很小，适合于高速数据传输，例如大信息量的文件传输，计算机局域网（LAN）之间的通信等。（撰写：汪润生　修订：汪恩荣　审订：智少游）

zhenzhongjiwang

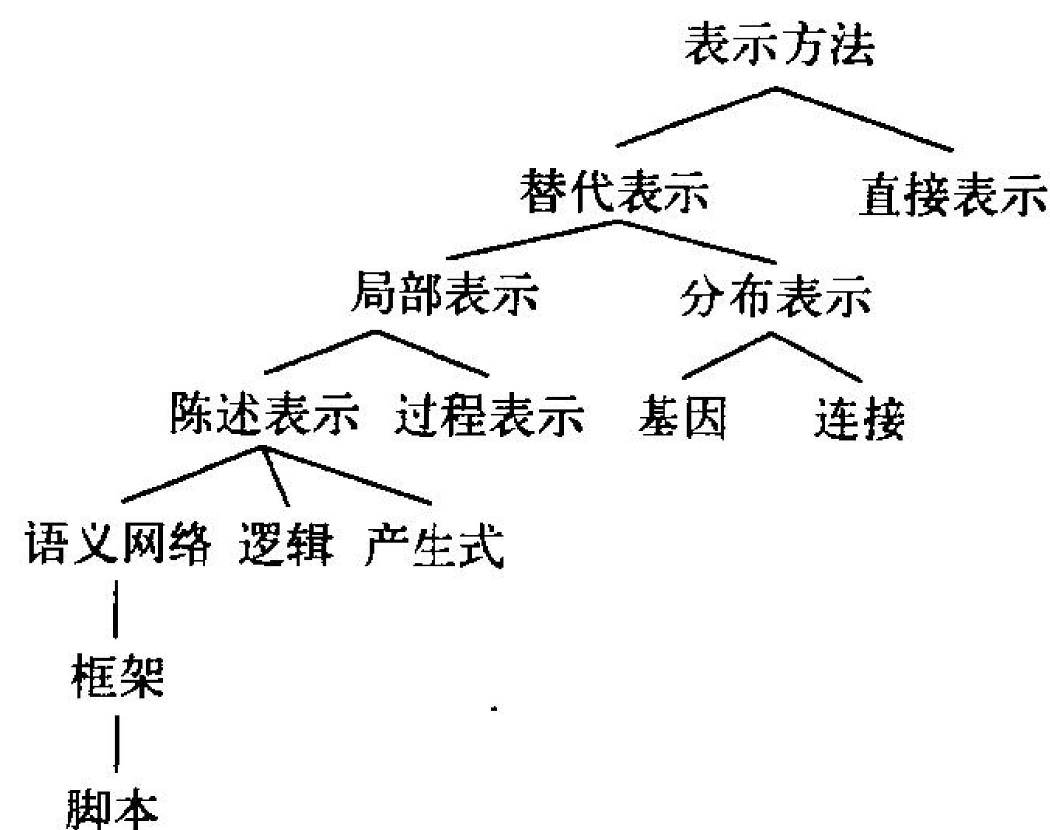
**帧中继网**　frame relay network (FRN)　基于高级数据链路控制规程的一种共享带宽广域网。它是在传统 X.25 网络结构之后提出的更为简捷合理的高速分组交换网。帧中继网基于帧中继交换技术，按照国际数字系列的两套接口体系，速率标准有 E1 (2.048 Mb/s) 或 T1 (1.544 Mb/s)，E3 (34 Mb/s) 或 T3 (45 Mb/s)，其中一条 E3 线路包括 16 个 E1 通道，而一条 T3 线路则包括 28 个 T1 通道。但是多数情况下，传输的数据使用 64 kb/s 或者 56 kb/s 传输速率，较高的可用到 2.048 Mb/s 或者 1.544 Mb/s。帧中继网络是面向连接的网络，虚电路用数据链路连接标识（DLCI）来表示，用户预定的特殊信息速率称为 CIR（约定信息速率），但用户也可以在较高的速率下使用突发数据容量。网络提供拥塞控制，如果网络缺乏足够的容量，有的帧可以被丢弃以保持负载平衡。这些都反映了帧中继网络能够提供一定的服务质量保证。
（撰写：汪恩荣　审订：智少游）

zhichiwang

**支持网**　support network　又称支撑网。为了支持电信业务网络正常、高效运行和高质量、高可靠地提供电话、电报、传真、数据、图像、多媒体等电信业务而另外建立的共性网络。电信支持网包括同步网、信令网和管理网。同步网是保证电信业务网各种电子信号时间顺序协调、业务过程精确演进的重要支撑手段；信令网是对电信业务网各种用户业务进行正确接续和对相关功能进行有效控制的重要支撑手段；管理网是对电信业务网的故障、配置、性能、计费、安全等方面进行有效管理的重要支撑手段。因此整个电信网可以划分为电信业务网和电信支持网两大部分：在电信业务网中传送的信息是用户的业务信息，在电信支持网中传送的信息是监视、测量、维护、控制和管理等信息。现代电信网络的技术越来越复杂，网络支持和网络业务相对独立，虽然开销增大一些，但是概念比较清晰，设计、实现、调试都比较方便，运行也比较有效。对这三种支撑网，人们除了关注它们的基本概念之外，重点放在研究其网络构成、体系结构和组网原则并用现代先进技术加以实现。目前都已发展为独立的系统：同步网主要采用准同步、主从同步、互相同步等方法；信令网大多采取 No.7 信令系统；管理网一般采纳电信管理网（TMN），特别是其中的通用管理信息协议（CMIP）。
（撰写：陈锡铭　审订：李振邦）

zhishi biaoshi

**知识表示**　knowledge representation　描述知识的抽象替代体，包括现实世界在思考过程的映像及推理的说明。这个抽



知识表示的体系树

象替代体是进行有效计算与人类表示现实世界问题的中介物。知识表示是人工智能研究的基本问题之一。知识表示研究的主要问题是知识的形式表示方法以及知识表示与知识工程中其他领域的关系。常用的知识表示方法可以总结为如图所示的知识表示的体系树。局部表示类包括逻辑、产生式、语义网络、框架及过程表示。这种知识表示方法所规定的任何局部(符号)具有独立的含义，它们不随系统的其他部分的改变而改变。分布表示类包括连接机制及基因表示。这种知识表示取决于一组相互关联的数值，它们当中的任一个对所表示的知识均无独立的意义。直接表示类包括图示、图像及声音等直接表示。这种知识表示更接近人所习惯的通信方式与计算机交互。（撰写：张全荣　审订：林宝光　张学孝）

zhijie cunchu fangwen

**直接存储访问**　direct memory access (DMA)　不经过中央处理器，直接由专门的DMA控制器实现的外围设备与主存储器之间的高速数据传送。DMA控制器的主要组成部分是地址寄存器、计数器和数据缓冲器。其中地址寄存器用来存放访问主存的地址，它具有自动加1的功能，其初值为要读写的数据块在主存中的始址。计数器存放要传送数据的个数。主存和外设间每传送一个数据，它的内容自动减1，当计数器为0时，便结束传送操作。数据缓冲器用来存放要传送的数据。在DMA传送数据过程中，不需要中央处理器介入。其传送速度仅受存储器的数据通道宽度和外围设备的数据传送特性的限制，它是一种高速数据传输操作。常用于高速外围设备与主存储器、主存储器与主存储器、外围设备与外围设备之间的大量数据块传送操作。DMA传送数据时，要占用系统总线，它具有控制系统总线的优先权，在成组数据传送完成后交出系统总线的控制权。

（撰写：张学孝　审订：张全荣）

zhijieshi pinlü hechengqi

**直接式频率合成器**　direct frequency synthesizer　用一个或数个高频率稳定度基准源(如晶体振荡器)的输出信号经分频、倍频、混频、滤波和开关切换得到所需要的多个频率信

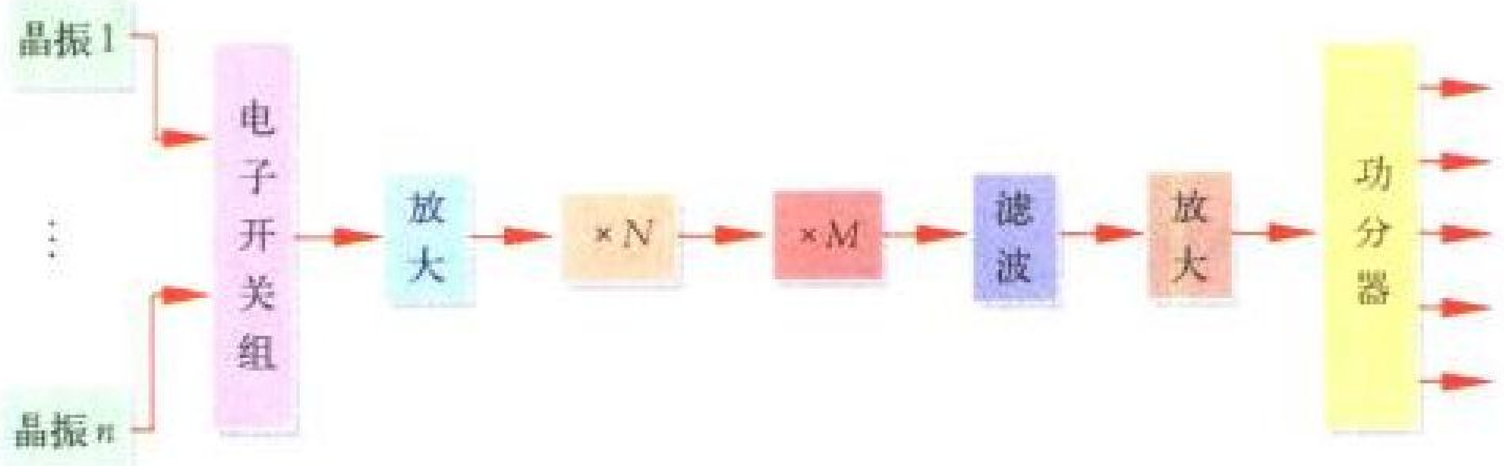



图1　频率控制信号用多个基准源的直接合成器

号。该种合成器优点是近载频相位噪声低(即瞬稳高)，捷变频时间快(微秒量级)，工作稳定可靠；缺点是组合干扰信号

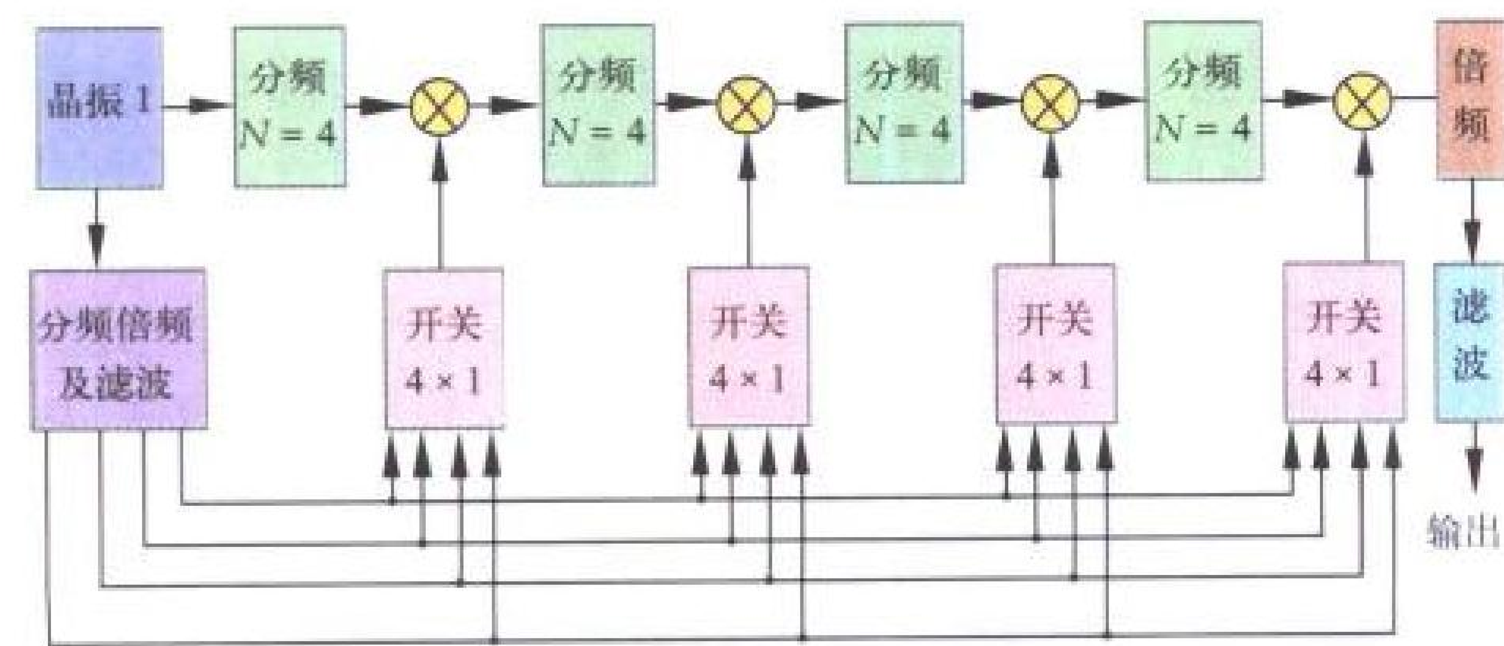
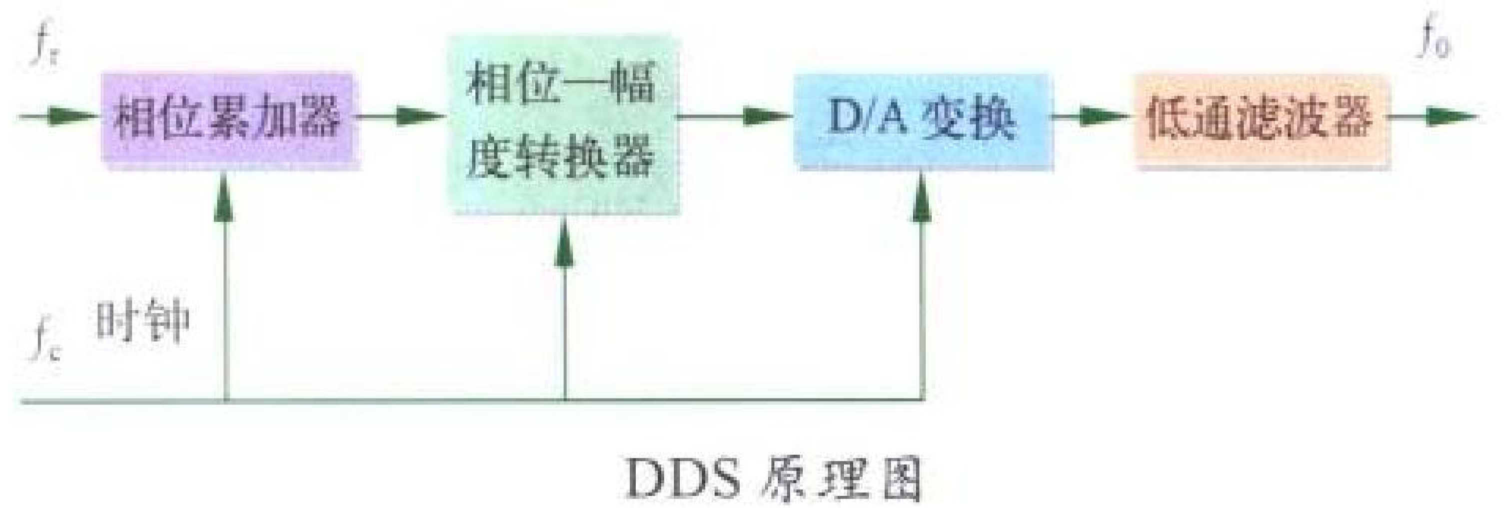



图2　用单个基准源的直接合成器

多，设备量大，相对较为复杂，但随着新器件的出现(如声表面波滤波器)和器件性能的提高，其缺点得以克服和改善，这种方案在雷达应用中占优势地位。图1为用多个晶振，靠切换晶振来改变频率，经倍频滤波放大达到所需的微波频段，跳频点数一般少于20点。图2用单一基准源经分频、倍频产生多个频率再经多次分频和混频滤波放大达到所需频段，并能有上百个跳频点。当增加4选1开关和4分频的级数时，可增加跳频点数，并减小跳频的步长达到改变频率的目的。（撰写：朱元昌　审订：丁家会）

zhijie shuzishi pinlü hechengqi

**直接数字式频率合成器**　direct digital frequency synthesizer (DDS)　用数字电路直接产生所需频率的合成器。其优点是跳频速度快(纳秒量级)，频率分辨率高，频率、相位、幅度都可控，转换时相位是连续的，它可以产生任意波形。但受器件的限制，目前最高工作频率仅达1 GHz，寄生杂散较大，随着新的高速器件的出现和技术的发展，这种合成器有望成为雷达频率合成器优选方案。DDS主要由三部分组成：相位累加器、相位—幅度转换器和D/A变换器。其原理如图所示。合成器按时钟$f_c$节拍工作，输入频率控制码$f_r$在



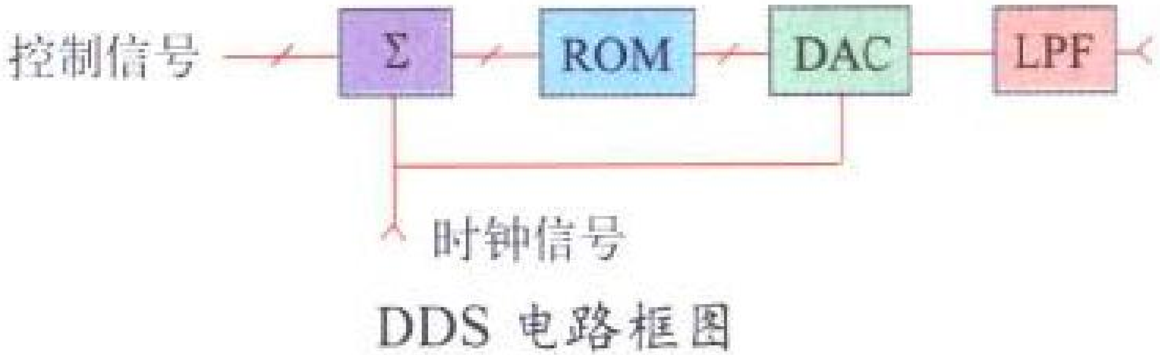

DDS原理图

相位累加器中每个节拍累加一次，其输出代表合成器该时刻的相位，也作为相位幅度转换器的地址码，而相位幅度转换器实际上是一个存储器，事先存入所需波形。地址码按时钟节拍进行选读，形成数字振荡信号，经数字模拟转换器(D/A)转换后，变为模拟信号，再经低通滤波器滤除杂散和谐波以后，就输出所需频率的信号。

（撰写：朱元昌　审订：丁家会）

zhijie shuzishi pinlü hechengqi dianlu

**直接数字式频率合成器电路**　direct digital frequency synthesizer (DDS) circuit　直接提取所需频率正弦波的数字化样点，驱动高速DAC产生一系列单频信号的电路装置。DDS的电路框架如图所示，其核心部件为三块VHSIC。其一为相



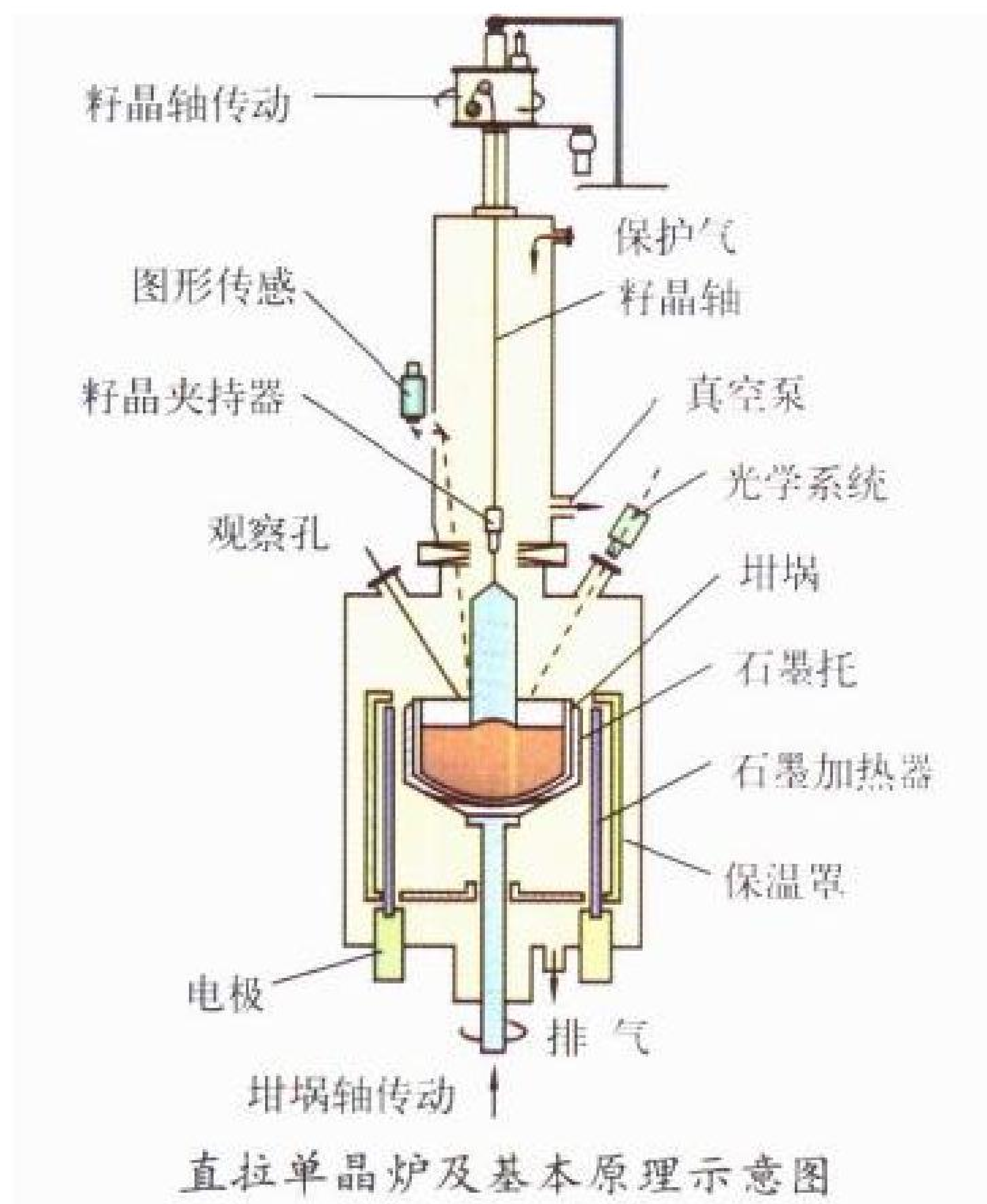

DDS电路框图

位累加器Σ，它对作为高纯参考频率的时钟信号进行计数。代表瞬态相位的输出数据馈入第二块电路ROM，查寻ROM中的正弦波数据表可得到瞬态幅度数据。二者进而驱动第三块电路DAC，得到所需频点的模拟正弦波形，再经低通滤波器和限幅器产生理想的正弦波输出信号。随着VHSIC技术的进步，分立的三块电路目前已能实现单芯片集成，集成度达1万门。Σ和ROM的位数决定相位和频率分辨率，DAC的位数决定幅度分辨率和频谱纯度，而时钟频率则决定DDS输出频率的上限，即带宽。DDS的优点包括极强的捷变频能力、极低的相位噪声和极高的频率分辨率。DDS的概念提出

虽早，但直至20世纪80年代VLSI及VHSIC技术取得突破性进展方才得到应有的重视。为适应电子战等军用系统的高性能要求，DDS的工作频带还应进一步提高。根本性的技术措施是采用更高时钟频率的GaAs VHSIC，但也存在过渡性的途径，即把DDS与PLL结合使用，或以DDS取代PLL中的固定参考频率源，或以DDS输出与固定频率PLL输出进行混频。二者共同点是PLL完成频率搬移功能，而DDS充当窄带覆盖。（撰写：李涵秋　审订：林金庭）

zhilafa

**直拉法**　vertical crystal pulling (Czochralski) method　在密闭容器中，用籽晶从坩埚熔体中垂直提拉单晶的方法。这种工艺方法是波兰人J.Czochralski于1918年提出的，故又称Czochralski法，简称Cz法。基本原理如图所示，将旋转的



直拉单晶炉及基本原理示意图

籽晶下降与熔体浸润接触，逐步提升，经引颈、缩颈、放肩、等径控制、收尾等步骤完成拉晶。拉晶过程中应严格控制炉内温度及热场、拉速与转速、坩埚转速与升降速率、炉内气体种类与压力等参数。该法优点是设备简单、便于操作和掺杂，易于拉制大直径单晶。缺点是使用坩埚，过程不连续、单晶纵向电阻率分布不均匀。这一工艺的发展方向是大直径化、连续加料及计算机全程序自动控制。直拉法广泛应用于生长Si、Ge、InSb、GaSb等半导体单晶以及$LiTaO_3$、$LiNbO_3$、GGG、YAG等各种功能晶体材料。（撰写：万　群　审订：沈能珏）

zhiliu gaoya dianyuan

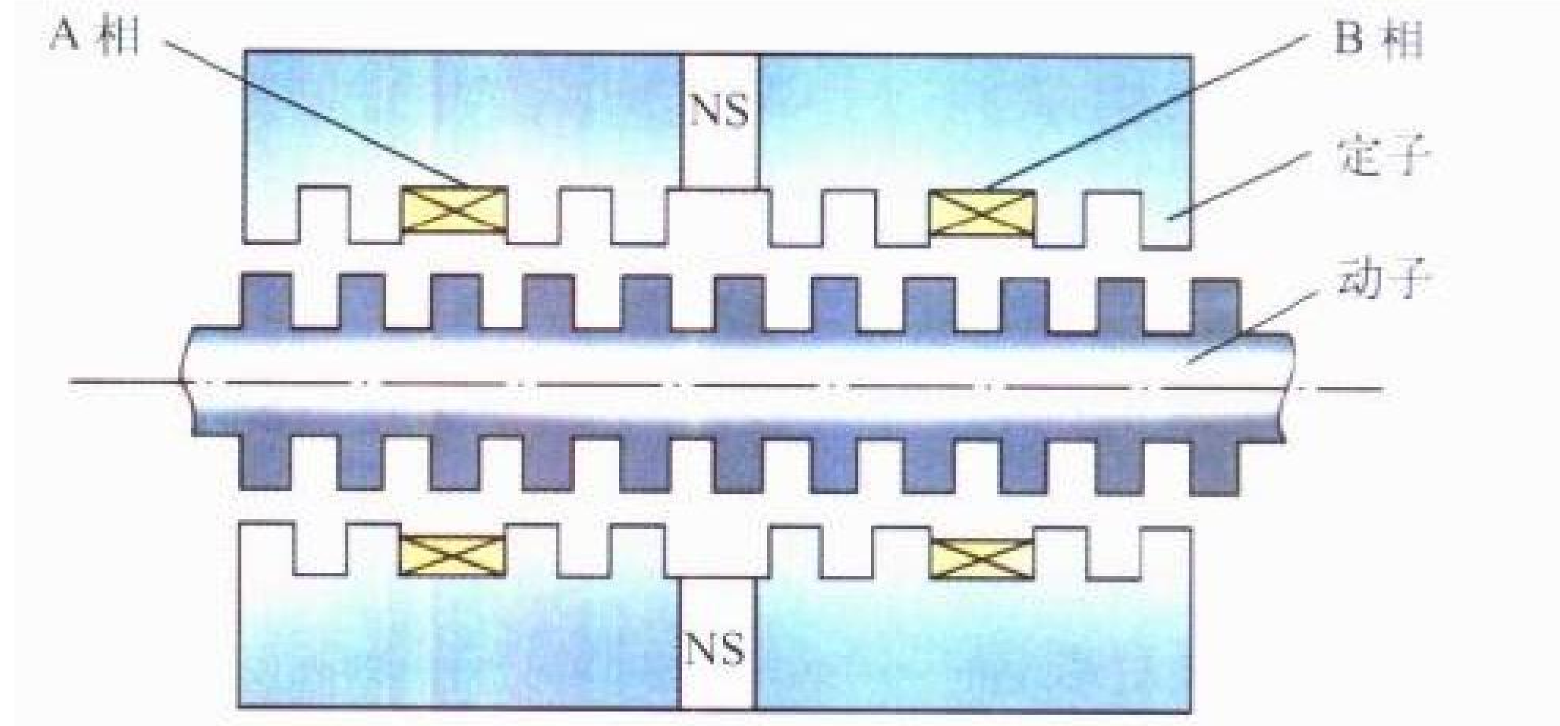
**直流高压电源**　high voltage direct current power supply　电压高的直流电源设备。在真空管发射机中，它控制并调节电能从源（电站）向负载（真空管或脉冲调制器）的传输以满足可变负载对电能的需求。直流高压电源的主要技术指标是输出电压、输出电流（平均值）、纹波和稳定度。根据不同的负载，直流高压电源提供的电流可以是脉冲的或者是脉动的。如对谐振充电的线型调制器，直流高压电源提供的电流是半正弦波的。在脉冲雷达发射机中，直流高压电源需要考虑一些特殊要求。20世纪70年代高频开关电源已在军用雷达的发射机中应用，如AN/TPS-63、AN/TPQ-37、AN/MPQ-53等雷达。高频开关电源的内部储能少，有利于改善对负载的瞬时响应。在负载发生电弧时，较少的储能有可能被负载耗散而不要求撬棒保护。这样就能大大降低发射机内部的电磁兼容性设计的难度。（撰写：徐功潜　审订：许鸿烈）

zhitonglü

**直通率**　through rate　又称一次合格率。产品制造过程中经过一次加工合格的产出数与投入总数之比。可用于考察产品制造过程中的单道工序、多道工序或全部工序的质量水平，是反映全自动生产线制造质量的重要指标。例如SMT产品返修成本较高，其生产线的产品直通率要求达到较高的水平。直通率与制造工艺、制造设备、管理水平等多种因素相关，因此，它是综合性质量指标。非自动生产线或生产系统中，比较注重各道关键工序的一次合格品数，多以“关键工序一次合格率”予以考核，这时一般不称“直通率”。（撰写：周德俭　审订：周志春　李怀霞）

zhixian bujin diandongji

**直线步进电动机**　linear stepping motor　作直线往复运动的步进电动机。它能按脉冲指令产生相应的直线位移，在不失步的情况下，其线位移误差不会长期积累，具有良好的跟随性。直线步进电动机具有高速运行、步进运动及精密定位能力，可以开环控制，也可闭环控制。图为圆筒型感应子式永磁直线步进电动机结构原理图。



圆筒型感应子式永磁直线步进电动机结构原理图

（撰写：何松波　审订：鲁　华）

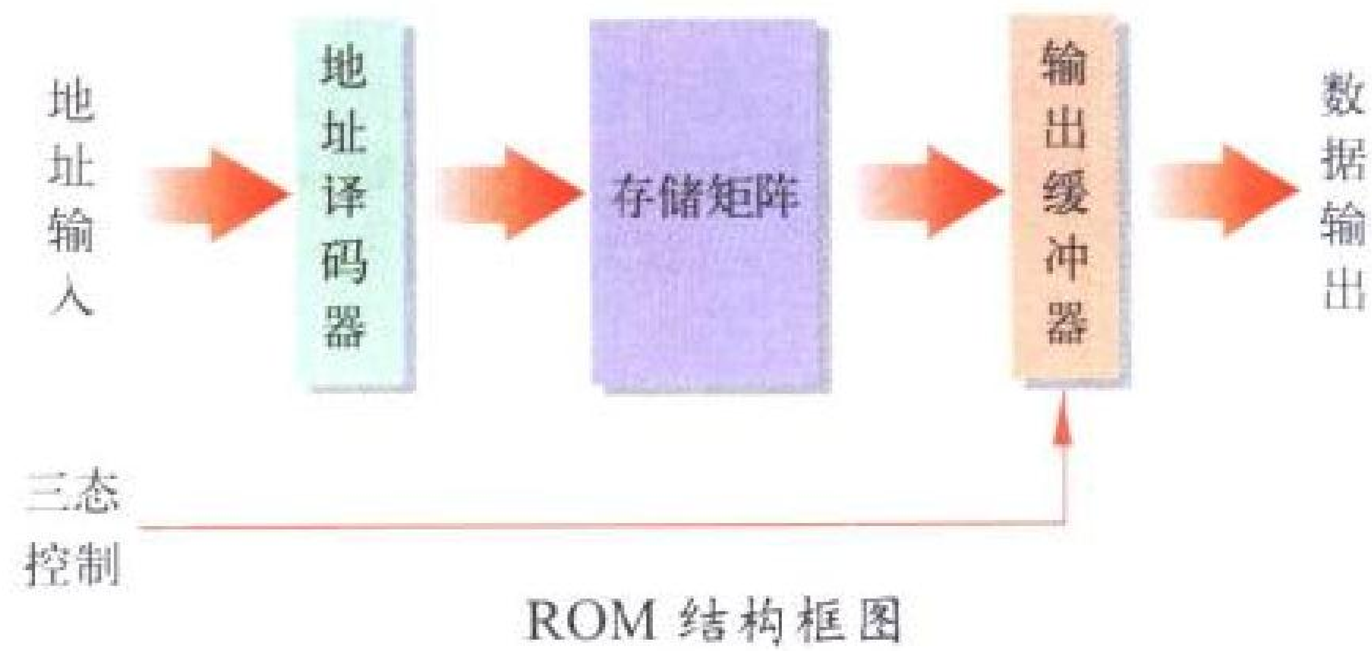
zhixian sifu diandongji

**直线伺服电动机**　linear servo motor　在一定范围内作直线往复运动的永磁式直流电动机。其比推力取决于永磁材料提供的恒定磁场和通电导体相互作用而产生洛仑兹力的物理效应。斯特林制冷机用直线电机直接驱动制冷机的活塞，计算机外部设备中的直线电机驱动取数臂，是直线伺服电动机的典型应用。（撰写：何松波　审订：鲁　华）

zhidu cunchuqi

**只读存储器**　read only memory (ROM)　指工作时只能读出数据、不能简单而迅速地随意写入数据的存储器。ROM具有非易失性和不可改变性。但现在把具有系统运行时写入数据、应用时以读出操作为主的功能的非易失性存储器也视为ROM。ROM的电路结构框图如图所示。存储矩阵的存储单元由位于阵列的字线和位线交叉处的半导体管构成，采用不同的方法使半导体管处于“通”或“断”状态，以分别表示二进制数“1”和“0”。按存储单元的不同特点可把ROM分为不同种类。按制造工艺一般可分二极管ROM、双极晶

体管 ROM、MOS 晶体管 ROM，CMOS 工艺成为 ROM 的主流技术；按数据写入方式有掩模 ROM、可编程 ROM、可擦编程 ROM、电可擦编程 ROM、快可擦编程 ROM 等。ROM 具有结构简单、集成度高、成本低和非易失性等特点，常常用于存储各种指令、程序、数据、表格等信息。



ROM 结构框图

（撰写：莫火石　审订：林金庭）

zhidu guangpan qudongqi

**只读光盘驱动器**　read only optical disc drive　又称只读光盘机。控制并读出只读光盘(CD-ROM)上所存信息的设备。CD-ROM 是普遍采用 1988 年 ISO 9660 标准的一种光盘。标准规定 CD-ROM 的直径为 120 mm (4.7 in)，厚 1.2 mm。存储媒体表面用压制工艺形成一连串的“凹坑”和“平台”，形成一条螺旋线状的光轨。ISO 9660 标准规定的光盘可存图像、文字和声音，但不能同时读出两种形式的数据。当画面需要配有声音时，要先读出其中一种存入计算机，再读另一种，然后由计算机处理合成，使用很不方便。因此，1988 年又修订了一次，扩展成CD-ROM / XA 标准，把文字、声音、图像信息交错地记录在盘片上，可获得较好的多媒体效果。光盘的记录方法采用软磁盘常用的逢 1 翻转不归零制(NRZI)。在光轨上采用等密度记录，因此要求主轴的转速保持等线速度。CD-ROM 工艺简单，适于大批量生产，有广阔的发展和使用前景。

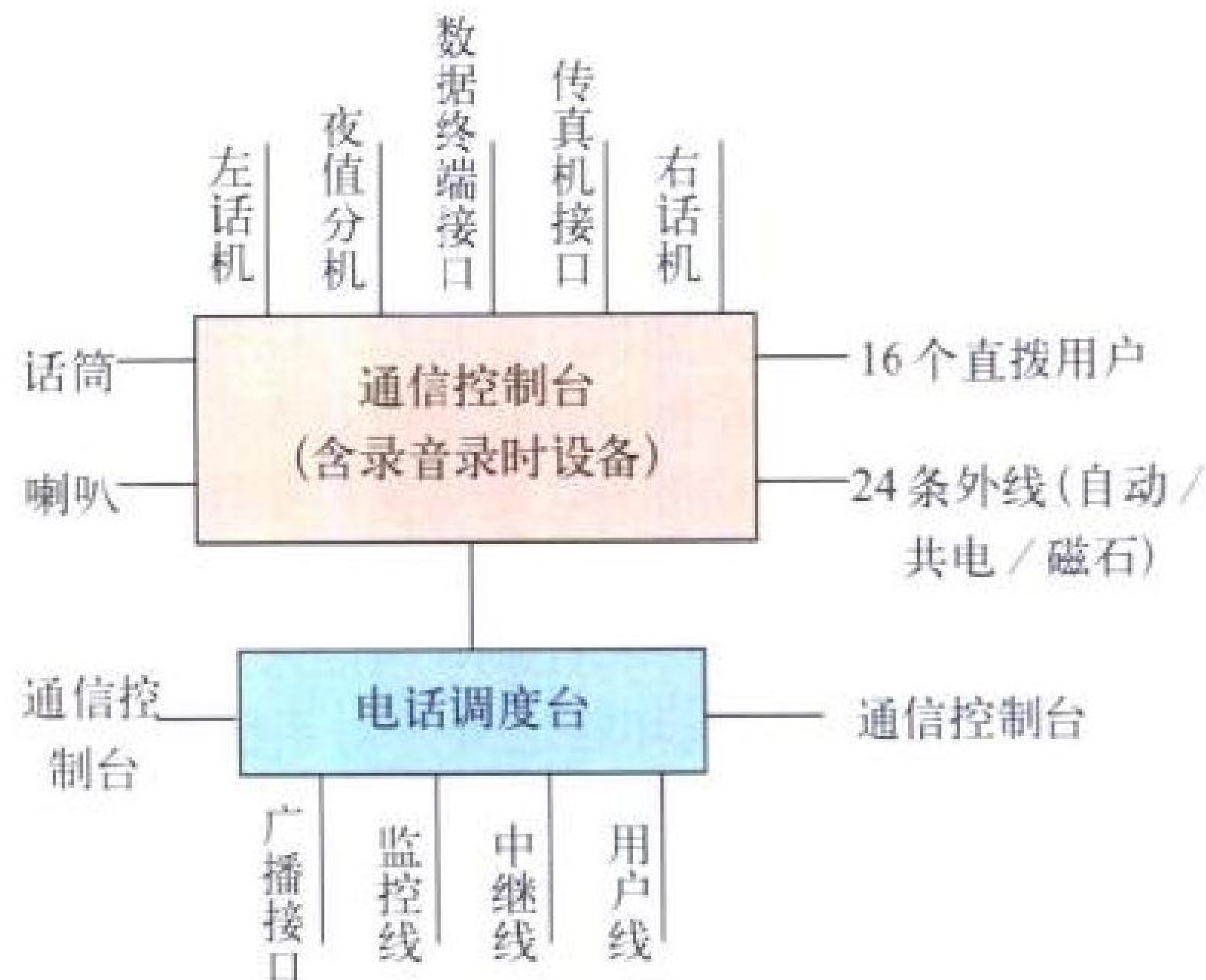
（撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

zhihui kongzhizhan

**指挥控制战**　command and control warfare ($C^2W$)　指挥控制战为在情报相互支持下，综合运用作战安全、军事欺骗、心理战、电子战与物理摧毁，阻止敌方获取信息，影响、削弱或破坏敌方的指挥控制能力，同时保护己方的指挥控制能力免遭上述影响。美军认为指挥控制战应用于整个作战的连续过程和所有级别的冲突。指挥控制战分为进攻型和防卫型：(1) 指挥控制对抗。为阻止敌方部队有效的指挥控制，阻碍敌方信息，并影响、削弱或破坏敌方指挥控制系统。(2) 指挥控制防卫。利用己方的优势或制止敌方阻碍信息并影响、削弱或破坏我方的指挥控制系统的努力，以保持有效地指挥控制我方部队。　（撰写：刘兴　审订：彭永录）

zhihuisuo zhongxin neibu tongxin xitong

**指挥所（中心）内部通信系统**　command post (centre) intra communication system　保障各级各类指挥自动化系统中指挥所内各作战要素之间及与外部进行通信联络所构架的通信系统。通常，内部通信系统与指挥中心的局域网、电话交换网、视频图像监控系统和对空通信系统、遥控系统等互通，以实现指挥中心语音、数据、图像、图形等多媒体信息的汇集、处理、交换和传送。它由程控交换设备、各类用户终端、视频监控设备、地空电台遥控设备等组成，具有丰富的用户服务功能和各种外部通信链路接口。如陆军指挥自动化系统电话调度内部通信系统主要由电话调度台和通信控制台组成，具有以下主要功能：(1) 电话交换；(2) 内部用户呼叫；(3) 通播对讲；(4) 选播对讲；(5) 优先强拆；(6) 插入；(7) 专线呼叫；(8) 呼叫状态显示；(9) 会议广播；(10) 广播插入；(11) 夜值服务；(12) 中继呼入及转接；(13) 接自动线；(14) 接共电线；(15) 内部用户直呼中继线；(16) 录音录时；(17) 停电转接等。该系统组网如图所示。



指挥所电话调度内部通信系统组网图

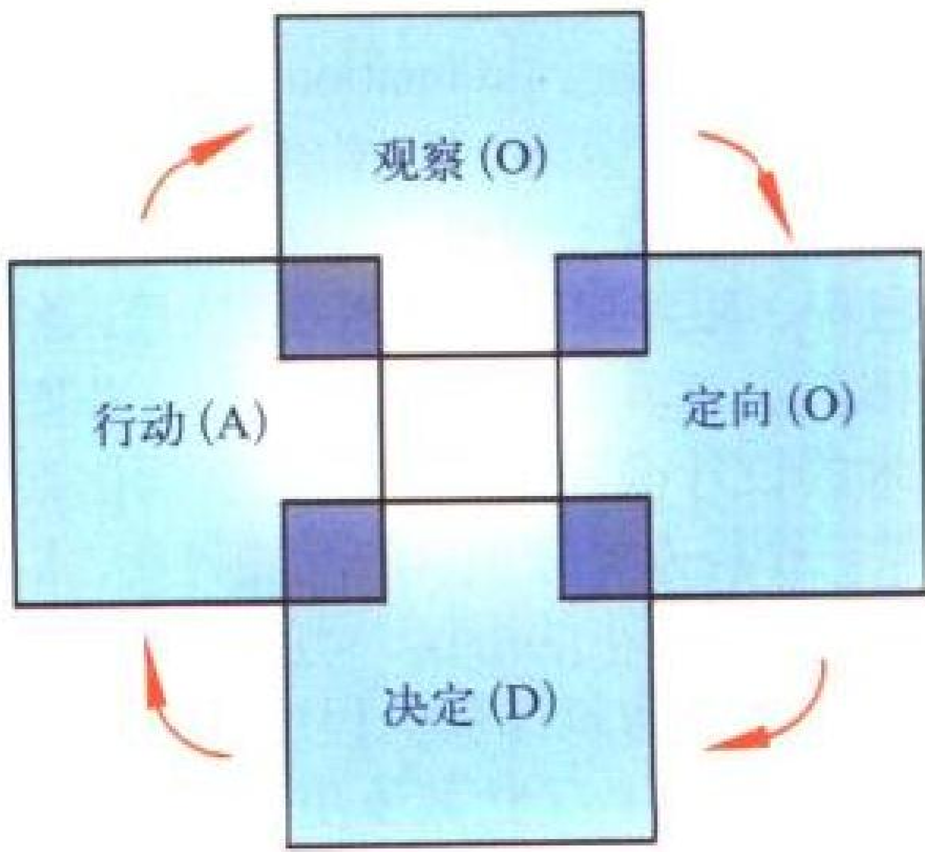
（撰写：李安常　审订：沈树东）

zhihui tongxin

**指挥通信**　command communication　保障军队作战指挥而建立的通信联络。或者指挥员为履行作战使命，在筹划、指挥、协调和控制、管理军事力量及军事行动过程中所使用的通信联络。它包括战役、战斗编成内上下级之间建立的通信联络。指挥通信由各级司令部自上而下统一计划，逐级组织，必要时，也可以越级。通常，为保障指挥通信的稳定可靠，一般都采用多种通信手段，形成多层次的指挥通信体系。　（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

zhihui yu kongzhi

**指挥与控制**　command and control　正式指派的指挥员为完成任务对指定的和附属的部队实施权力和指示。指挥与控制功能是指挥员为完成任务在计划、指示、协调、控制及作战中，通过使用人员、装备、通信、设施和程序等来实现的。通过掌握敌情、我情、社情、气象和地理等信息，指挥员在



OODA环指挥与控制过程模型图

参谋和高度自动化的工具支持下，进行态势估计，以人的智慧或人工智能作出正确决策，并将决策有效地付诸实施。美国广泛使用的OODA环指挥和控制过程模型由四个环节（或步骤）组成，即观察（observe、搜集信息）、定向（orient、确定态势）、决定（decide、作出决策）和行动（act、进行作战）。为提高作战反应速度，OODA环的四个步骤可以前后重叠，如图所示。（撰写：刘兴　审订：彭永录）

zhihui zidonghua

**指挥自动化** command automation　在军队指挥系统中采用现代电子技术、信息技术、自动控制技术、人工智能技术、军事系统工程等理论和方法，发挥人员的技能和智慧，实现军事信息采集、传递及处理自动化和决策方法科学化、智能化，对部队和武器实施指挥和控制，以提高指挥效能和管理效率。现代大多数指挥自动化系统是人机系统，即人员是指挥自动化系统的组成部分，是指挥控制环路中的重要环节。在现代反精确制导武器和反弹道导弹作战的关键阶段的数十秒钟内要进行多项指挥和控制，只能采用完全自动工作方式，人员处在指挥控制环路之外，对系统进行监视和管理，从而使指挥自动化发展成为作战管理/指挥控制。

（撰写：刘兴　审订：彭永录）

zhihui zidonghua xitong anquan jishu

**指挥自动化系统安全技术** security technology of command automated system　包括计算机网络安全、信息保护和系统运行/使用安全三部分，包含技术如下：(1)计算机网络安全技术。①硬件防护技术：硬摧毁防护技术；电磁攻击防护技术，包括电磁脉冲防护技术、强力干扰防护技术等；元器件核辐射防护技术。②软件防护技术：软件攻击探测技术；防火墙技术；软件消毒技术。(2)信息保护技术。①数据库系统安全技术：数据管理/使用权限控制技术；数据完整性/一致性控制技术；数据安全与审计技术。②信息存储加/解密技术：字符型信息加/解密技术；数据型信息加/解密技术；多媒体信息加/解密技术。③信息传输加/解密技术：文、图或混合文、图加/解密技术；实时格式信息加/解密技术；程序方式文电自动回执技术。(3)系统使用安全防护技术。人机界面安全防护技术；身份鉴别技术；系统安全管理技术。此外，信息存储和传输的加/解密算法和密钥管理也是指挥自动化系统安全的一项重要技术内容。

（撰写：赵宗贵　审订：耿春仁）

zhihui zidonghua xitong renjijiemian jishu

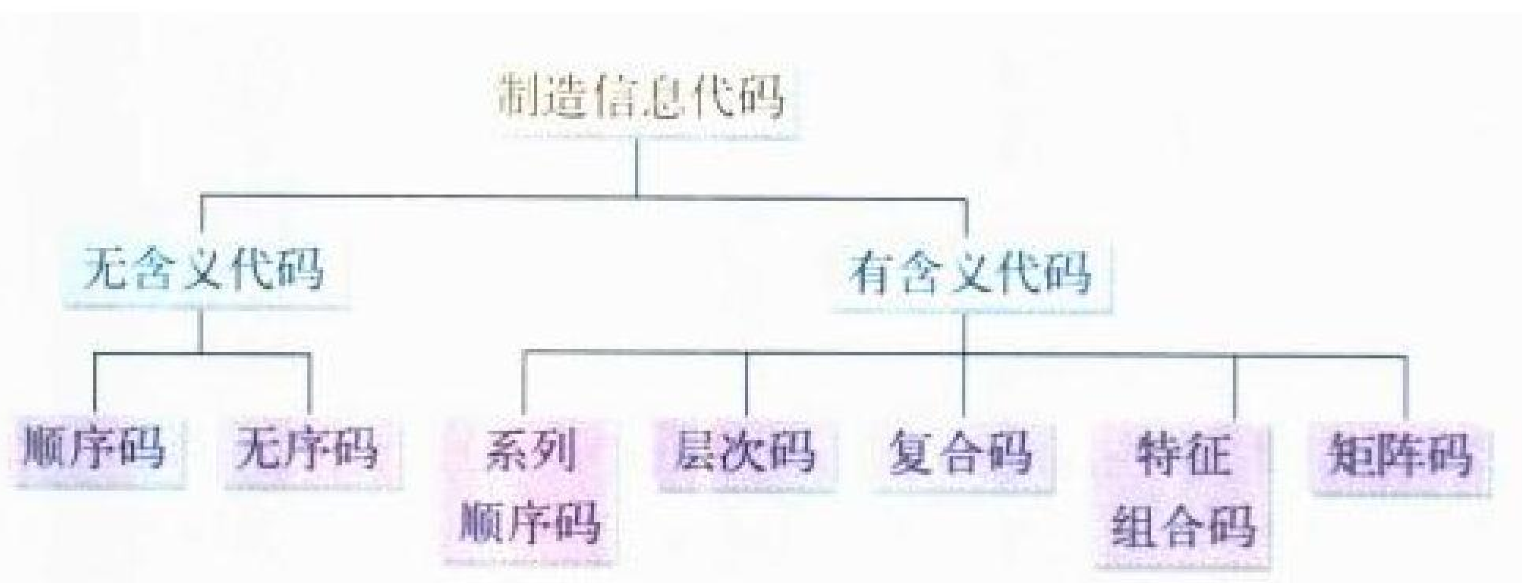
**指挥自动化系统人机界面技术** human-computer interface technology in the command automation system　向指挥人员提供与计算机、电子设备会话（交互作用）的接口技术。该界面是以图形或非图形信息（图像、字符、音响、指示灯、语音、键盘、鼠标、跟踪球、虚拟现实等）展示给指挥人员的物理表面，因而必须具有支持各种图形、非图形操作的功能。这项技术的设计准则是，在指挥自动化系统和用户之间，能够提供一个与人充分相容的功能界面，以提高人的工作效率，减少人可能产生的错误，当两个或两个以上用户同时通过多个人机界面访问计算机程序或阅读数据处理结果时，一个用户的操作不应干扰其他用户的操作。在实现这项技术措施时，应减少用户的输入活动和记忆负担。指挥自动化系统中构成人机界面的主要物理设备，是指挥控制中心的信息输入/输出设备，常称之为指挥控制台或指挥工作台。在指挥控制台显示屏上人为设计的软界面，体现了人是指挥控制系统中的主要环节，因此精心设计清晰、生动而准确的软界面是一项十分重要的技术工作。通常显示的图形、非图形信息，应具有独特、明确的视觉特性，当缩写字、助记符和代码用作简化数据信息时，要求清楚明确，缩写信息要有定长，在不重复的条件下，尽可能短，视觉清晰可读。对于一个指定位置实际输入，应该有一个对应明确的操作区限，不产生差错。（撰写：王刚元　审订：刘兴）

zhidao guanglan

**制导光缆** guidance optical fiber cable　传输制导指令的特种军用光缆。用于光纤制导导弹。光缆的一端安装在导弹的尾部，另一端接在导弹发射仪器上，长度可达数米到数十千米。工作时光缆可能在水下或空中把导弹头部接收到的目标图像数据传送给发射者，经控制台处理，计算出导弹的飞行误差，再把制导指令经光纤送到导弹。因此常要求制导光缆全双工、轻、细、易绕、易放、耐超强拉力和耐疲劳；在水下工作的还要求具有耐湿、耐压等特点。已报道的空对地光纤制导导弹所用的制导光缆达十几千米，在水下使用的制导光缆的试验长度达数千米。（撰写：吴永生　审订：梅遂生）

zhizao de xinxi fenlei yu bianma

**制造的信息分类与编码** information classification and encoding for manufacturing　信息分类即制造信息的分类。信息分类是把具有某种共同属性或特征的信息组织在一起，与不具备这种共同属性或特征的信息区别开来的做法。常用的方法有线分法、面分法和混合法。信息分类是信息编码的先行工作。信息编码即制造信息的代码化，就是把某一类信息



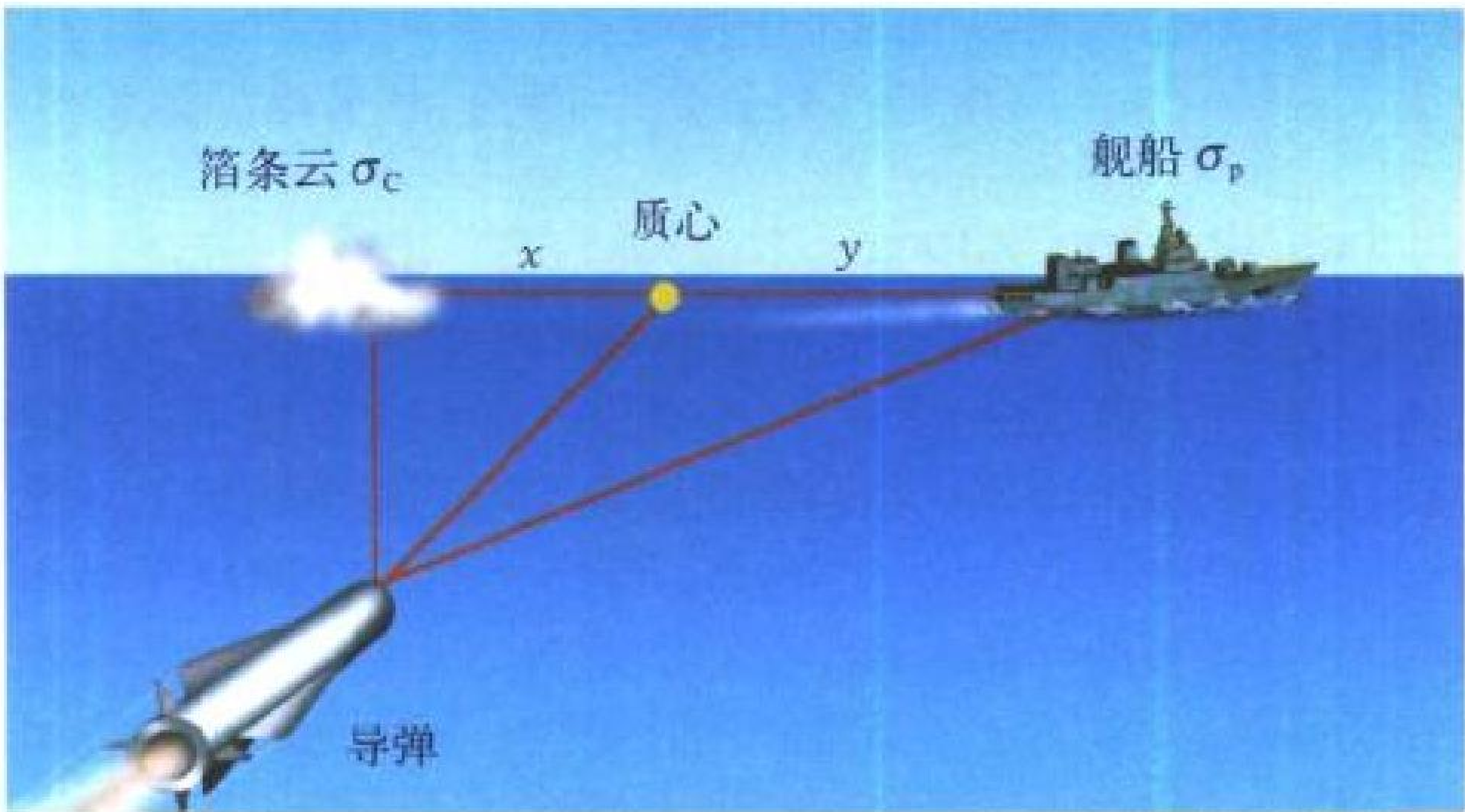

制造信息代码的种类

赋予代码的做法；将表示信息的某种符号体系，转化成便于计算机或人识别和处理的另一种符号体系，或在同一种体系中，由一种信息表示形式改变为另一种信息表示形式的做法。制造信息代码的种类如图所示。信息编码是制造信息电子化的先行工作，同信息分类一样，都是信息化制造的先行工作。（撰写：周志春　审订：张为民　李怀霞）

zhixinshi ganrao

**质心式干扰** centroid jamming　在末制导波束（或视场）内施放散射或辐射特性优于真目标的假目标，使末制导系统跟踪真目标与假目标的散射或辐射等效中心而偏离真目标，进而跟踪假目标的一种干扰方式。质心式干扰是飞机应用箔条干扰弹对抗雷达制导导弹、应用红外干扰弹对抗红外制导导弹的主要作战方式，也是舰船对付反舰导弹的有效手段，尤其是雷达截面积小、机动灵活的小型舰船特别适宜于应用质心式干扰，大型舰船也把质心式干扰作为对抗反舰导弹的一

种手段。质心式干扰对抗反舰导弹的效果与很多因素有关，如风速、风向、航向和航速、假目标形成的时机、假目标与被保护目标的散射（辐射）能量之比等。质心式干扰成功的条件是：在敌方末制导系统开机后，迅速形成假目标；假目标的散射（辐射）能量大于被保护目标；假目标形成之初必须位于末制导跟踪单元里；被保护目标一般应进行必要的机动（见图）。

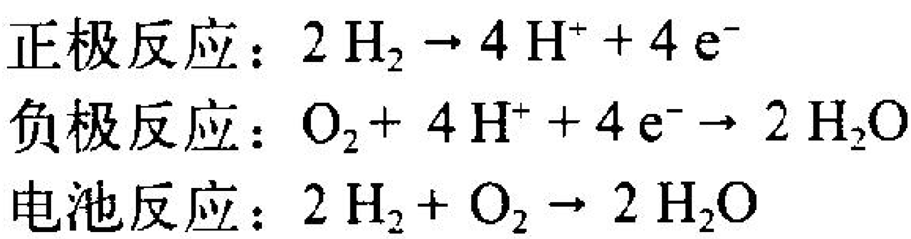



质心式干扰示意图

（撰写：孙 静　审订：孔令春）

zhizi jiaohuanmo ranliao dianchi

**质子交换膜燃料电池**　proton exchange membranes (PEM) fuel cell　以碳载铂多孔电极作为气体的载体，$O_2$ 与 $H_2$ 作为正负极活性物质、质子交换膜作为电解质的燃料电池。其工作过程可分为三个步骤：(1) $H_2$ 在负极催化剂作用下氧化为氢离子，同时释放出电子；(2) $H^+$ 通过质子交换膜到达正极；(3) $H^+$ 与该处的氧及经外电路到达的电子在阴极催化剂的作用下还原为 $H_2O$。其反应式为



正极反应：$2\,H_2 \rightarrow 4\,H^+ + 4\,e^-$

负极反应：$O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- \rightarrow 2\,H_2O$

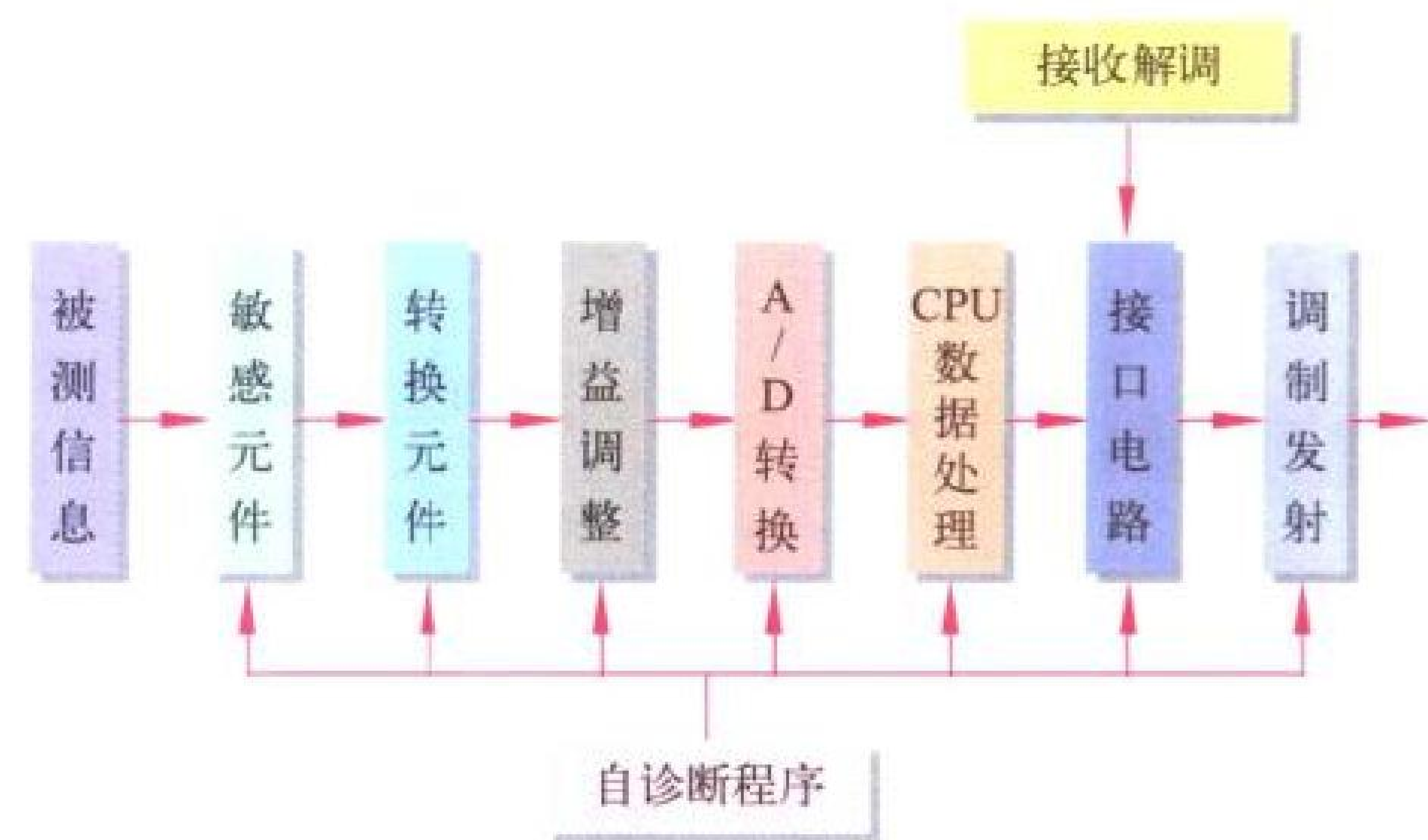
电池反应：$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$

质子交换膜燃料电池除采用纯氢作为燃料外，还可采用甲醇及某些碳氢化合物作为燃料，氧化剂多采用纯氧或空气。其电解质采用固态的全氟磺酸离子作交换膜。它是一种选择透过性膜，不仅是隔膜材料，而且还起到电解质及荷载催化剂的作用。该电池具有比功率大（700 W/kg、1000 W/L），稳定性好，使用寿命长，水热管理简便，工作温度低，可以冷启动等优点，其生成物是水，对环境无污染，是一种新型绿色能源，可以广泛应用于宇宙飞船、潜艇、电动车及民用等众多领域。但质子交换膜燃料电池制作成本比较高，目前的研制热点集中在如何降低铂载量和寻找可代替铂的催化剂以降低成本，使其逐步走向商品化和工程化。

（撰写：金 静　审订：宋海德）

zhineng chuanganqi

**智能传感器**　intelligent transducer　对外界信息具有一定的检测、自诊断、数据处理与通信功能和自适应能力的传感器。此种传感器在结构中，除具有一个或多个敏感元件和一般的转换元件外，还有完成规定功能所需的电路系统和必要的软件功能，此外内部通常配有 CPU 和接口电路（见图）。有些特殊环境，直接配有 GPS，可与卫星直接通信，将现场信息传发给采集地加以利用，此种传感器主要用于现场环境较复杂、要求标准化程度较高的场合和分布式采集与控制系统。如战场侦察用分布式传感器、攻击目标用的导引传感器、联合直接炸药控制传感器等。

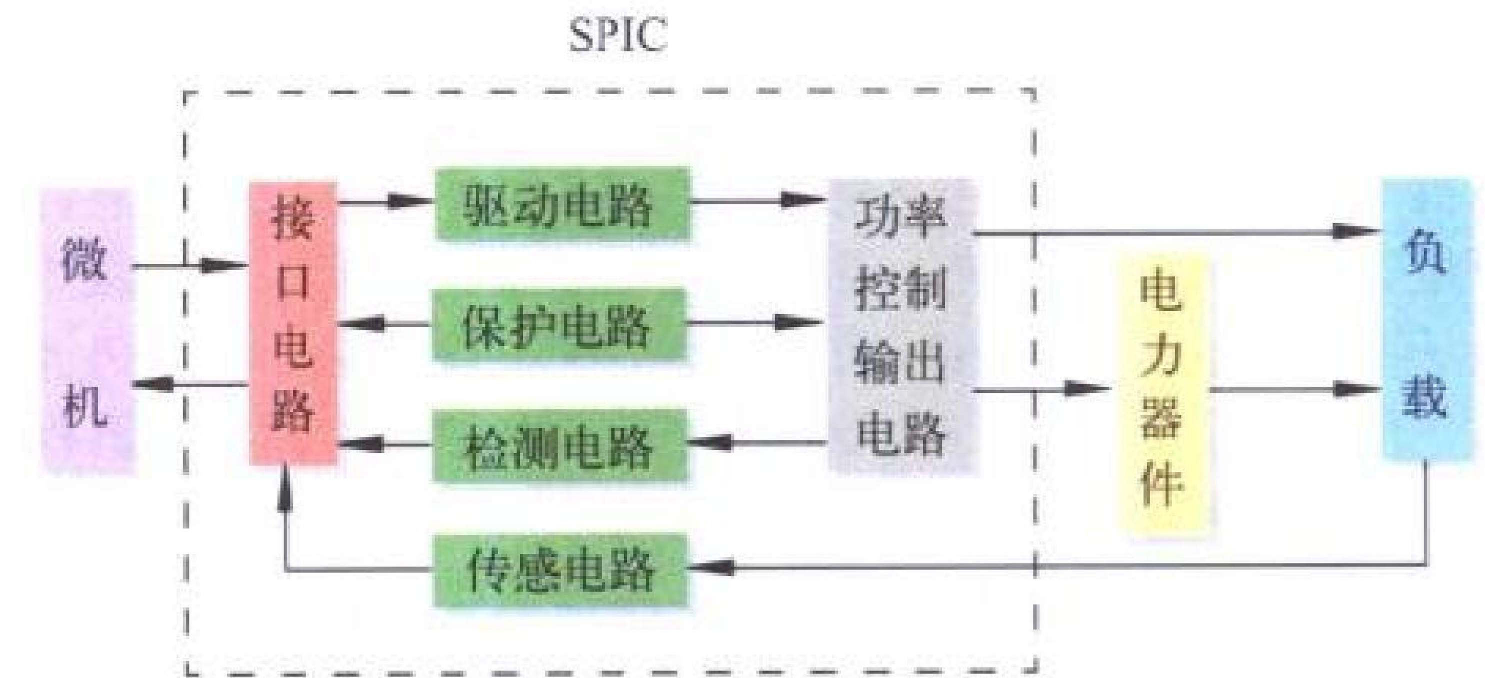



智能传感器电路结构简图

（撰写：范茂军　审订：胡爱民）

zhineng dianli jicheng dianlu

**智能电力集成电路**　smart power integrated circuit (SPIC)　具有传感、检测、保护和控制电力变换能力，并达到特定电力电子功能的集成电路。其主要功能见图。所谓“智能”是指电路整体的自控能力、故障自诊断能力、接口能力、保护能力和处理电力的能力。SPIC 一般由传感电路、检测电路、驱动控制电路、保护电路、接口电路、微处理器（或单板机）和电力电子器件组成。大部分为多芯片组件或电力电子模块。低压低功率和集成电源电路为单片集成电路。SPIC 用途极其广泛，在各种自动化设备、计算机、智能化设备以及航空航天、军事电子系统中均是不可缺少的重要组成部分。



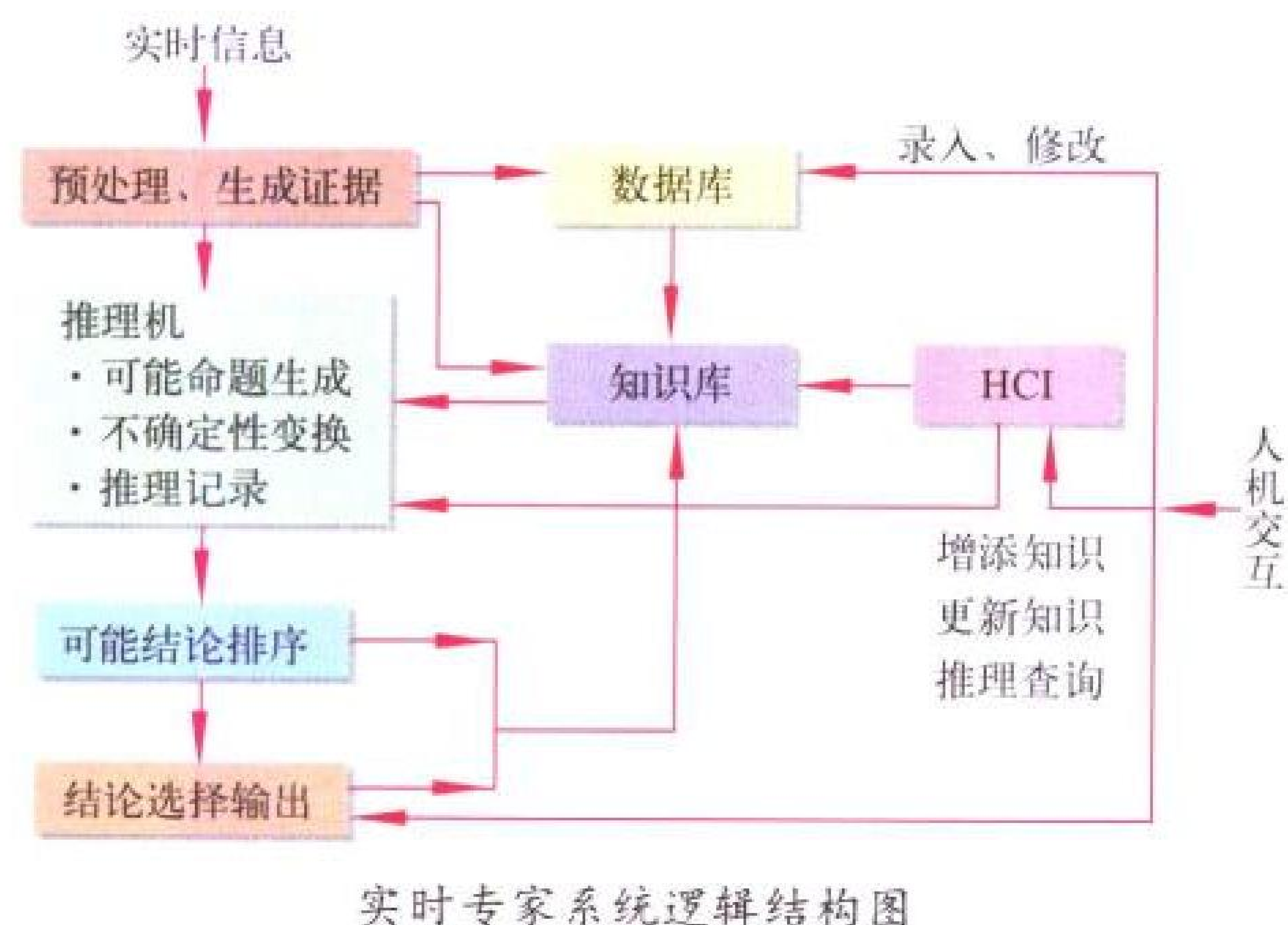

智能电力集成电路框图

（撰写：林金庭　审订：金毓铨）

zhineng fuzhu juece

**智能辅助决策**　intelligence aided decision　指挥自动化系统中采用人工智能技术进行的辅助决策。作战指挥过程中，指挥员所面临的判定/决策环节主要包括：(1) 战场未知目标的分析判断/识别；(2) 战场态势估计与威胁估计；(3) 定下作战决心。指挥自动化系统智能辅助决策主要针对这三个环节。当前智能决策采用的主要方法是基于知识的方法（knowledge based methods），又称为专家系统（expert system），其特点是将知识与知识的运用—推理相分离，从而形成专家系统的两大部件——知识库和推理机。专家系统的关键技术是不确定性变换，它是推理机的核心。专家系统开发的难点是知识提取。指挥自动化系统中实时专家系统的基本逻辑结构如图所示。军事系统采用的知识表示一般以产生式规则居多。专家系统涉及的技术比较多，通常包括知识表示与处理，结构化与优化模型，正向、反向及混合推理技术，智能

化人机界面(HCI)技术等。专家系统的长处在于能进行知识积累和转移、其智能程度可达到相关领域专家水平。不足之处是其主要依赖于知识，推理方法基本上采用的是按知识库中存储的知识进行逻辑推理方法，对于人的辩证思维和超常思维，若在知识表示中没有体现，则专家系统在推理中也无




实时专家系统逻辑结构图

能为力。尽管如此，专家系统在智能辅助决策中已有大量应用，至1989年世界上已有上千个军事专家系统在成功运行，至2000年专家系统应用已达数万个，主要集中在战场目标识别、作战训练与管理、态势估计与威胁估计范围内。智能辅助决策的其他技术方法，如神经网络(neural net)系统、黑板模型等，前者模拟人脑神经思维，是一种很有应用前景的技术，后者基于多专家知识进行机遇式交互推理，因此与人工系统接近。　　(撰写：赵宗贵　审订：何　松)

zhinenghua dianzi zhuangbei

**智能化电子装备**　intelligent electronic equipment　采用计算机人工智能技术的电子装备。包括各种专家系统、智能计算机、机器人电子系统、灵巧武器电子系统、无人驾驶载体电子系统。它提供决策辅助、武器分配、数据融合与态势评估、作战与后勤管理、武器的精密控制和故障诊断、机器视觉与图像理解、语言识别与自然语言理解、目标的自动识别等功能。主要用于指挥控制系统、机器人、后勤管理、飞机自主驾驶系统、识别与跟踪系统、多传感器信息融合系统、作战管理系统、无人驾驶平台、神经网络等装备与设施。

(撰写：崔德勋　审订：黄史坚)

zhineng jiqiren

**智能机器人**　intelligent robot　具有人类所特有的某种智能行为的机器。也可以把智能机器人理解为一类具有高度自主性的自动化机器和设备。智能机器人是机器人技术发展的高级形态。按照机器人从低级到高级的发展，可以把机器人分为三代：第一代机器人，即工业机器人，是指只能以“示教一再现”方式工作的机器人，它不具备智能。第二代机器人是指基于传感器信息来工作的机器人。它依靠简单的感觉装置获取作业环境和对象的简单信息，通过对这些信息的分析、处理，作出一定的判断，对动作进行反馈控制，它是智能性机器人。第三代机器人，即智能机器人，这是一类具有高度适应性的、有一定自主能力的机器人。可以这样完整地描述智能机器人：它本身能感知工作环境、操作对象及其状态；能接受、理解人给予的指令；并结合自身认识外界的结果来独立地决定工作规划，利用操作机构和移动机构实现任务目标；还能适应环境的变化，调整自身行为。智能机器人必须具备四种机能：(1)行动机能，施加于外部环境和对象的，相当于人的手、足的动作机能；(2)感知机能，获取外部环境和对象的状态信息以便进行自我行为监视的机能；(3)思维机能，求解问题的认知、推理、记忆、判断、决策、学习等机能；(4)人机交互机能、理解指示命令、输出内部状态、与人进行信息交换的机能。简言之，智能机器人具有与外部环境、对象和人相协调的工作机能。

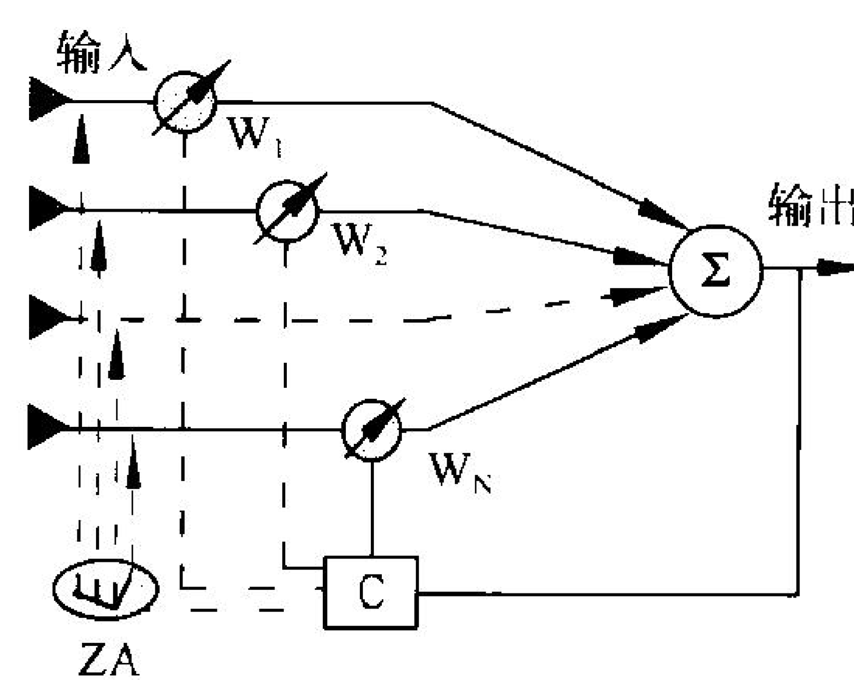
(撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝)

zhineng jiaotong xitong

**智能交通系统**　intelligent transportation system (ITS)　又称智能车辆—公路系统(IVHS)。它是基于导航定位技术，并辅以地理数据库、计算机和通信网技术实现的集车辆定位、导航、车辆管理、乘客信息系统等功能于一体的为陆路车辆和旅客交通服务的体系。ITS有助于提高交通安全、节能增效和保护环境。车辆定位系统能实时提供车辆的地理位置或相对位置。目前的实用系统一般采用GPS或DGPS、航位推算(DR)系统及地图匹配，利用GPS的大范围高精度作为主定位方式，而在GPS信号较差时，利用DR作为辅助定位方式。地理数据库用于提供直观的汽车导航并提供其他的地理信息，以提高效率，方便旅客，并实现地图匹配以保证导航的可靠性。通信系统用于保持车辆与调度或管理中心的联系，以及传送由中心发布的命令和信息。智能交通系统的主要功能包括：车辆定位、车辆导航、乘客信息、车辆管理、求救和救险等。智能交通系统的概念是从20世纪70年代初开始发展起来的，随着车多路少现象的日益严重，近年来发展十分迅速。目前，在日本、欧洲和美国已作为政府规划加以实施。ITS的发展方向是多功能和智能化。美国把ITS的28种服务划分为6类，它们是：旅行和交通管理、公共运输管理、电子付款、商业车辆运营、应急管理和先进的车辆安全系统。　　(撰写：丁　群　审订：邱致和)

zhineng tianxian

**智能天线**　smart antenna　依据通信要求，智能化地调节天线性能以满足通信系统性能最佳化的一种天线。它是在阵列天线、相控阵天线、自适应天线等基础上为实现现代通信技术的需要(如提高抗干扰能力等)而提出并发展的。智能天线的结构如图所示，图中W为复加权单元，调整幅度和相位。C为智能化信号处理系统，此系统可实现以下功能：调节加权幅度和相位，以控制天线方向图。例如控制零点方向对准干扰传来的方向，就构成了调零天线；将方向性最强或增益最大的方向对准用户方向，则可在相同基站覆盖率的条件下，节省信号发射功率；再如利用信号入射方向、频率、时隙上的差别等与其他复用技术结合起来，则智能天线又具有空分多址(SDMA)、频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)等功能。图中ZA为宽带阻抗匹配系统，它也可以通过C的控制实现自动匹配。智能天线当前的研制方向是：数字化、自适应算法、数字信号处

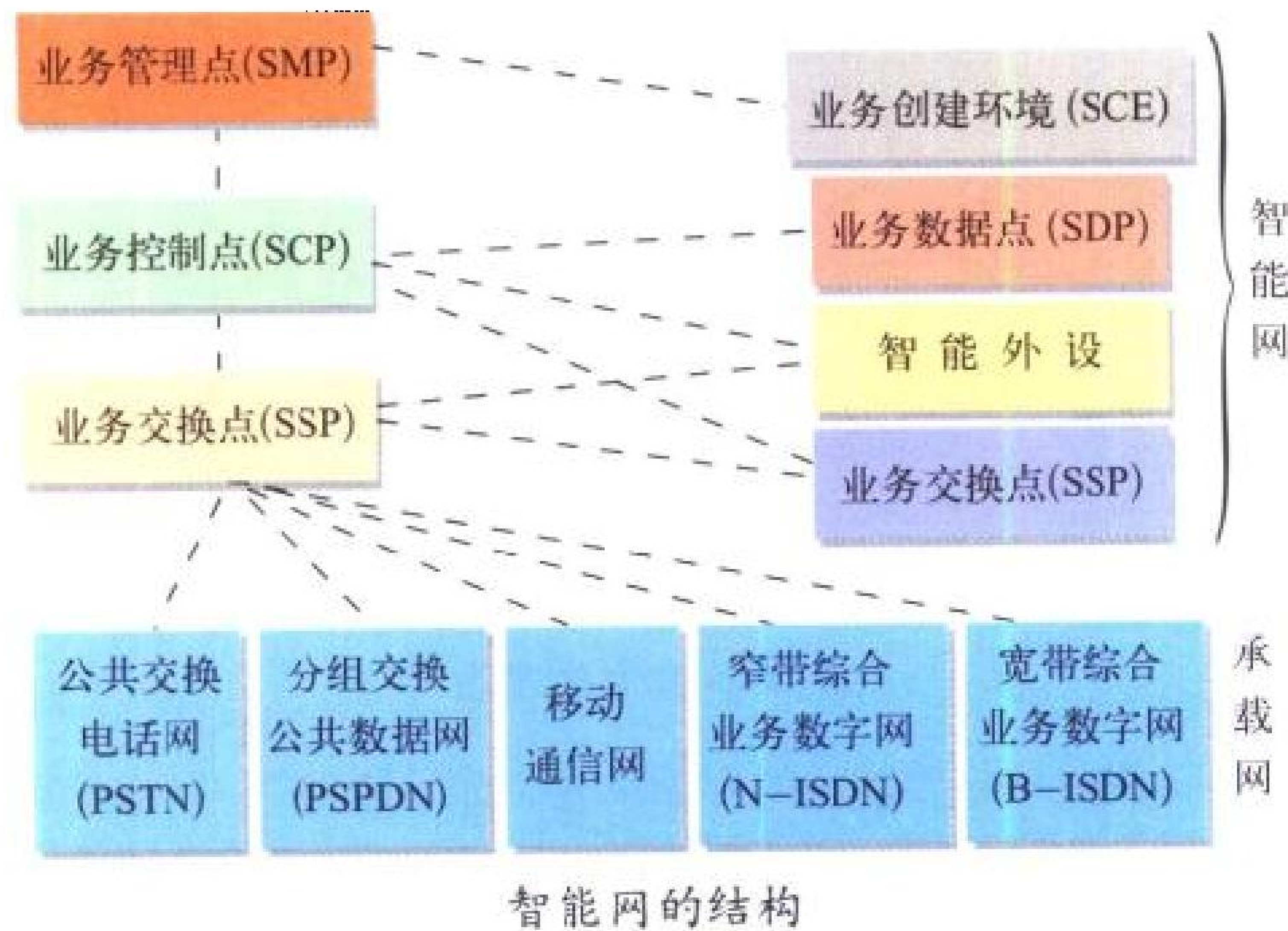



智能天线原理图

理硬件的实现、检测和控制精度的提高以及天线单元的小型化与宽频带等。 (撰写：周朝栋 审订：李振邦)

zhinengwang

**智能网** intelligent network (IN) 在传统通信网络基础上增加若干新设施形成的能够快速、方便、经济地提供各种新业务、实现网络智能化、满足用户新需求的一种附加网络结构(见图)。其实现方法是把附加业务处理和呼叫基本接续分




智能网的结构

开，用户呼叫的基本接续由承载网完成，用户要求的附加业务由智能网提供。承载网包括公共交换电话网、公共分组交换数据网、移动通信网和综合业务数字网等。智能网的目标按能力集(CS)分阶段实现，第一个能力集(CS-1)共25种业务，第二、三个能力集(CS-2、CS-3)有更多业务。我国目前开放了电话呼叫卡业务(300号)、虚拟专用网业务(600号)、被叫集中付费业务(800号)等。IN新设施包括业务交换点(SSP)、业务控制点(SCP)、业务数据点(SDP)、智能外设(IP)、业务管理点(SMP)和业务创建环境(SCE)等。

(撰写：陈锡铭 审订：王文胜)

zhongguidao weixing tongxin

**中轨道卫星通信** middle earth orbit satellite communication (MEO) 近几年来提出的，卫星轨道距地球表面2000～20000 km的实现通信的过程。该高度兼有静止轨道和低轨道的优点，并能克服这些轨道的不足，如表所示。比较典型的

**静止、中、低三种轨道类型比较表**

| 轨道类型 | 低 | 中 | 静止 |
| --- | --- | --- | --- |
| 卫星数 | 数十至数百 | 一般12 | 3 |
| 空间段成本 | 最高 | 最低 | 中等 |
| 卫星寿命(年) | 3～7 | 10～15 | 10～15 |
| 地面通路成本 | 最高 | 中等 | 最低 |
| 手持机工作 | 可以 | 可以 | 不能 |
| 传输时延 | 觉察不到 | 觉察不到 | 差 |
| 仰角 | 差 | 最好 | 好 |
| 链路余量 | 10～16 dB | 7 dB | 6 dB |
| 操作 | 复杂 | 中等 | 最简单 |
| 呼叫转移 | 频繁 | 稀少 | 无 |
| 建筑穿透力 | 有限 | 有限 | 无 |
| 阶段性启用 | 无 | 可以 | 可以 |
| 开发时间 | 长 | 短 | 长 |
| 部署时间 | 长 | 中等 | 短 |
| 技术风险 | 高 | 低 | 中等 |

中轨道系统有ICO系统和Odyssey系统。ICO的空间段由10颗主卫星和2颗备用星组成。它们均匀分布在10355 km上空中圆轨道平面上，每个轨道面与赤道面成45°角，它们将对地球表面形成完整的、连续的、无缝隙覆盖。卫星工作在S和C频段，采用星上处理和时分多址技术。每颗卫星可同时处理4500条话路。地面建有12座卫星接续枢纽站(SANS)，以及它们之间的大量陆地链路。其业务包括数字话音、数据、传真和一系列信息。基本终端是一个手机，可以双模或多模运行。其他终端类型还包括专用数据、汽车、商业运输、海事、航空、半固定和监控及数据采集等。

(撰写：王巨椿 审订：李振邦)

zhongjianjian

**中间件** middleware 位于平台和应用之间的一类通用服务。平台是指由处理器架构和操作系统应用编程接口(API)所定义的一系列低层服务和处理元素。例如：Intel ×86和Win 32、Sun OS、IBM RS/6000等。一项中间件服务是由支持的API函数和协议所定义，对应于不同的接口和协议有多种实现方式。中间件的主要作用是：提供独立于平台的API，使应用系统能在多种平台上运行；提供一些高层服务，将网络和分布式系统中的大部分复杂性屏蔽掉；将一些常用的相关功能组合成独立的部件，使之能在跨平台的软件环境上共享；增强源代码可移植性和应用的互操作性；提高开发和维护效率，减少开发和维护费用。中间件通常有：数据访问中间件；远程过程调用RPC中间件；ORB (object request broker)中间件、面向消息的中间件等。随着分布式计算应用深入推广，中间件技术地位越来越重要，但是目前市场上许多流行的中间件服务采用专用API和专用、非公开协议，使应用的互操作和可移植性受到影响，因此开发能满足可移植性和互操作性，并能在多种平台上运行的中间件技术是十分诱人的工作。 (撰写：张晓先 审订：瞿兆荣)

zhongyang chuliqi

**中央处理器** central processing unit (CPU) 计算机中的数据处理和控制中心。它包含有运算器、控制器、寄存器和中断系统等。运算器执行各类算术和逻辑运算，完成数码的传送和转移。控制器控制输入设备读入原始数据，控制运算器和存储器配合执行运算，控制输出设备打印和显示数据结果。寄存器能直接参与运算和存放运算中的中间结果。现代计算机为了提高性能，CPU常含有多个运算器，控制器则常采用复杂、高效的流水线控制方式。中央处理器和内存一起构成计算机的主机。CPU最重要的性能指标是速度和字长。其电子电路的工作频率大致反映了它的速度。随着大规模集成电路技术的迅速发展，芯片集成度及其功能不断增强，CPU已发展到集成在一块芯片上构成微处理器。目前其速度已达1000 MHz以上，微型器也已达到了64位，而且功能越来越完善。现代的中央处理器芯片包含整数运算部件、向量运算部件、地址部件、寄存器组、时序电路、指令堆栈、操作控制部件、高速缓冲存储器、存储管理部件、总线接口部件等，一个芯片上甚至还能集成多个微处理器。

(撰写：薛舫时 审订：林金庭)

zhongzi shanbian chanza

**中子嬗变掺杂** neutron transmutation doping (NTD) 见核能卷。

zhongliboo tongxin

**重力波通信** gravity wave communication 利用重力波动原理进行的通信。爱因斯坦根据广义相对论认为，重力场和电磁场一样具有波动性质，当质量作加速运动时也会辐射出一种波，称为重力波，亦称引力波。重力波的传播速度也等于光速，但是它的辐射功率很小。1969年6月证实了爱因斯坦的假设，宇宙中确实存在重力波。20世纪70年代初，人们进一步作了利用重力波进行通信的实验，表明用重力波进行通信是可能的。重力波通信的优点是可以穿透一切物质，不会衰减，没有反射或折射，而且没有噪声和干扰。重力波通信可应用于宇宙通信、飞机和潜艇通信及立体电视等方面。目前，重力波理论尚待探讨，重力波通信尚待寻找可靠的激励和接收方法。（撰写：李振邦　审订：程　蝉）

zhouqi yongci jujiao xitong

**周期永磁聚焦系统** periodic permanent magnet focussing system 用多个极性相反的永磁体依序排列构成的聚焦系统。由于周期永磁聚焦系统的体积小，重量轻，杂散场小而被广泛用于行波管中。其结构如图所示。周期永磁聚焦的峰值场强 $B_{Z0}$ 与布里渊磁场 $B_b$ 之间的关系为

$$B_{Z0}=\sqrt{2}B_b$$

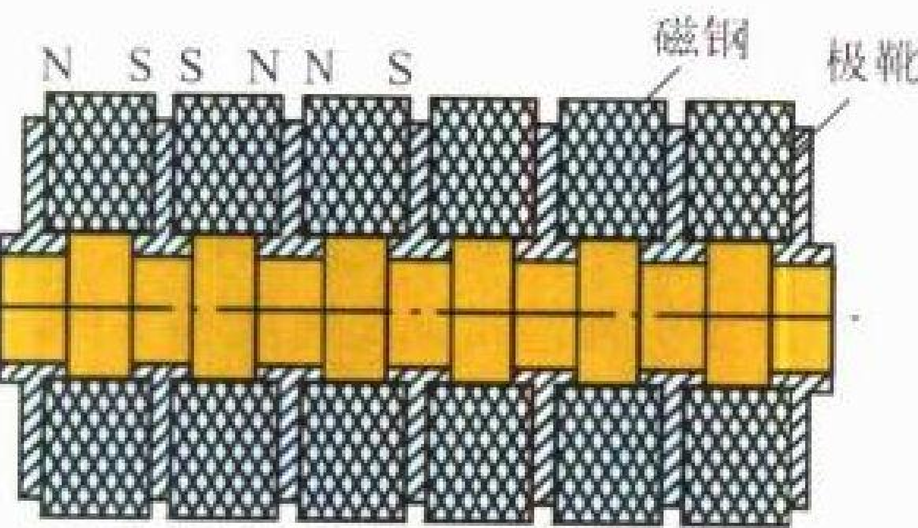
由于周期永磁聚焦中聚焦磁场是变化的，必然会引起电子注的波动，在某些情况下还会引起电子注的发散。为了保证不引起发散应保证磁场参量 $\alpha<0.66$，但实际应使 $\alpha<0.2$，以避免太大的波动，磁场参量 $\alpha$ 为

$$\alpha=2.8\times10^{-6}B_{Z0}^2L^2/V_0$$

式中 $B_{Z0}$ 为峰值磁场强度（Gs）；$L$ 为磁场周期（mm）；同时要使 $\lambda_p/L>3$，其中 $\lambda_p$ 为等离子体波长

$$\lambda_p=3.592\times10^{-2}V_0^{3/4}r_0/I_0^{1/2}$$

式中 $V_0$ 为注电压（V）；$I_0$ 为注电流（A）。周期永磁聚焦系统中磁钢应具有尽可能高的磁能积和矫顽力以及尽可能低的温度系数。目前用得最多的是以钐钴为基础加入其他元素以得到所需的各种性能的磁钢。极靴使用高导磁率的软磁材料，常用的是电工纯铁以及高 $B_s$ 合金。随着行波管向高频、高功率方向发展，所要求的聚焦磁场强度越来越高，普通的单周期聚焦已不能满足要求，出现了双周期聚焦系统。双周期聚焦系统的本质是利用在每个半周期的中心处加入软磁材料，使沿轴方向磁场强度变化偏离正弦状而向矩形靠近，从而可以在较大周期下，电子注波动仍然很小。而较大的周期可以用同样性能的磁性材料得到更高的轴向磁场的峰值场强。

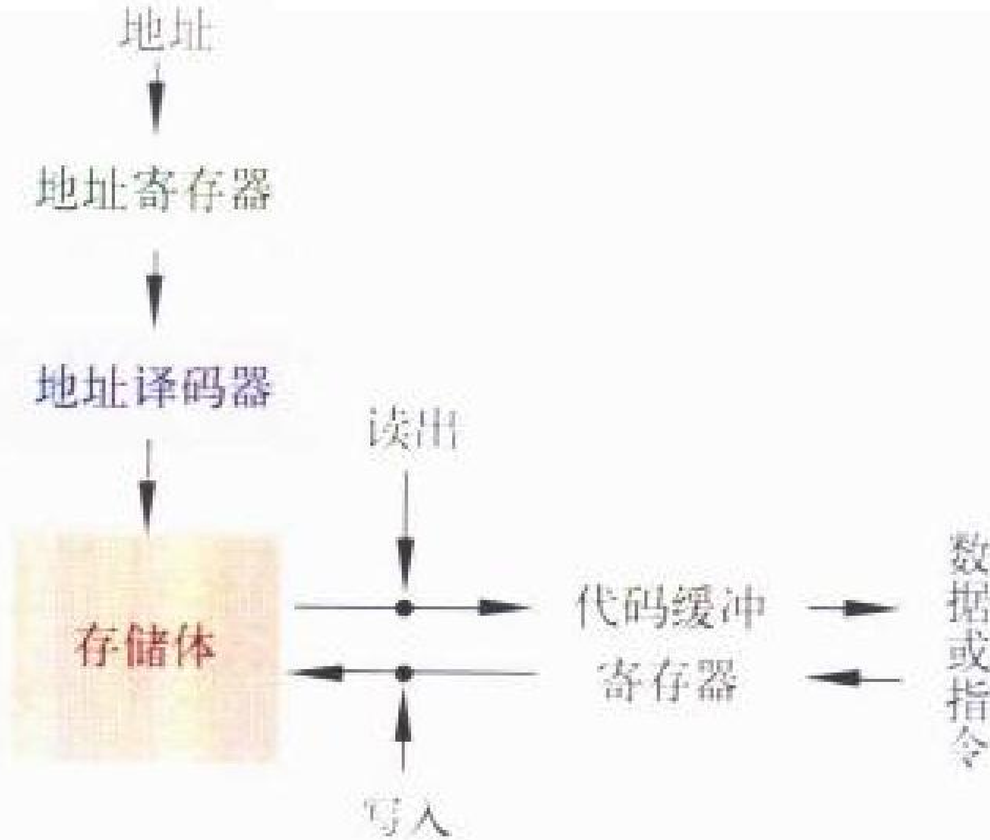


周期永磁聚焦系统示意图

（撰写：邹显平　审订：廖复疆）

zhucunchuqi

**主存储器** main memory 存放指令和数据，并由中央处理器直接随机存取的存储器。简称主存或内存。内存或主存，这是相对于外存（外部存储器）或辅存（辅助存储器）而言的，主存容量比外存小，但比高速缓冲存储器大得多，其速度比高速缓冲存储器低得多，而比外存快。它由中央处理器（CPU）直接访问，所以是影响计算机性能的重要部件。如图所示为主存储器的工作原理图，主存中每个存储单元是以字节编址的，当CPU要访问主存时，将相应地址送入地址寄存器，并发出“读出”或“写入”命令，地址译码器对地址进行译码以确定要访问的存储单元。如“读出”，则将此存储单元的内容读出，送入缓冲寄存器；如“写入”，则将缓冲寄存器中的代码写入对应的存储单元。主存储器的性能主要是存储容量和存储周期，存储容量表示存储器可以容纳的信息量，通常用千字节（kB）、兆字节（MB）或十亿字节（GB）表示。存储周期是对存储器执行一次完整存取操作所需最短时间。目前，主存储器都采用半导体存储器，如MOS或CMOS构成的SRAM和DRAM，虽然SRAM速度快，但价格昂贵，所以一般主存都用DRAM。



主存储器工作原理图

（撰写：张学孝　审订：张金荣）

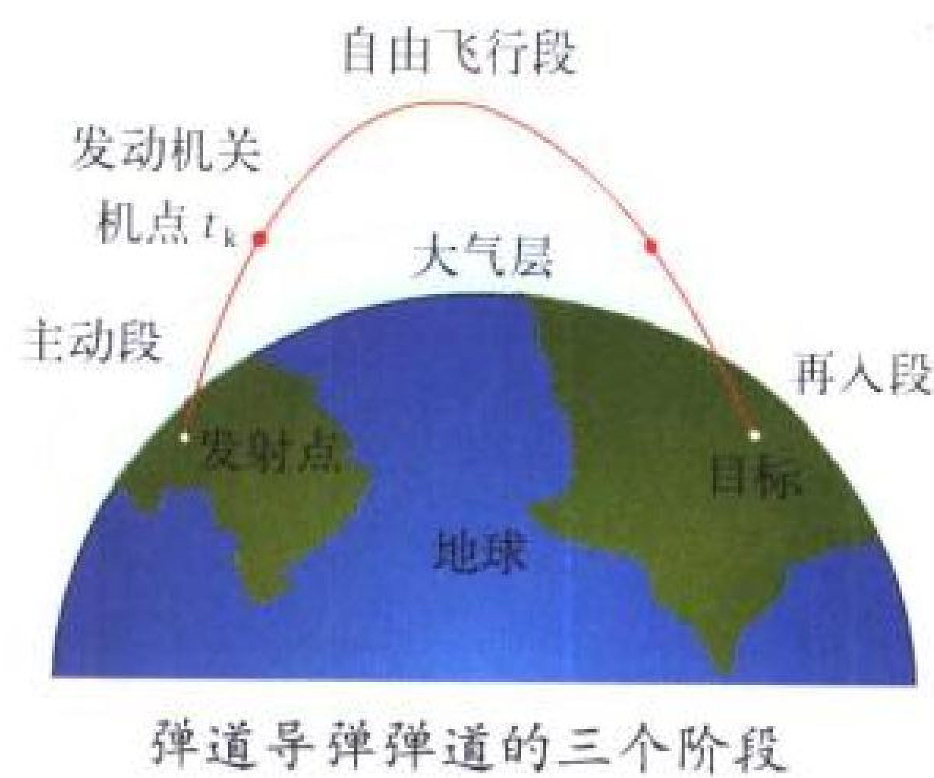
zhudongduan cekong jishu

**主动段测控技术** TT&C technology for powered phase 对导弹和运载火箭的动力飞行段进行跟踪、测量、控制的技术。其主要任务：(1)测量轨道参数；(2)完成遥测数据的接收、记录及处理；(3)实时监视飞行情况，并准备故障时实施安全控制；(4)为指控中心提供测量和显控信息。导弹和运载火箭测控任务基本相同，但由于载荷不同、目的不同，测控的侧重点不同。一般导弹试验对弹道测量精度要求高，而对运载火箭轨道测量的目的是监视卫星入轨情况及预报轨道，此外还通过遥测系统监视卫星的状态。

（撰写：孙　鉴　审订：钱允敏　曾晏中）

zhudongduan celiang jishu

**主动段测量技术** powered phase measurement technology 又称动力段测量技术。对弹道导弹从起飞（地面）到发动机关机时刻飞行区间轨道参数进行测量的技术。弹道式导弹从起飞到击中地面目标的整个弹道分三大段，即主动段、自由飞行段（惯性飞行段）和再入段，如图所示。在主动段内，影响弹道式导弹（火箭）质心运动的因素有：发动机的推力、空气阻力和重力，通常推力起支配性作用。因此，可以说弹道式导弹的射程和打击精度主要决定于主动段的推力、制导和控制精度。主动段测量系统主要有光学测量设备、无线电测量设备、遥测设备、安控设备、数据处理设备、时间统一设备和监控设备。主动段测量系统是弹道式导弹科研试验和定型试验不可缺少的手段。



弹道导弹弹道的三个阶段

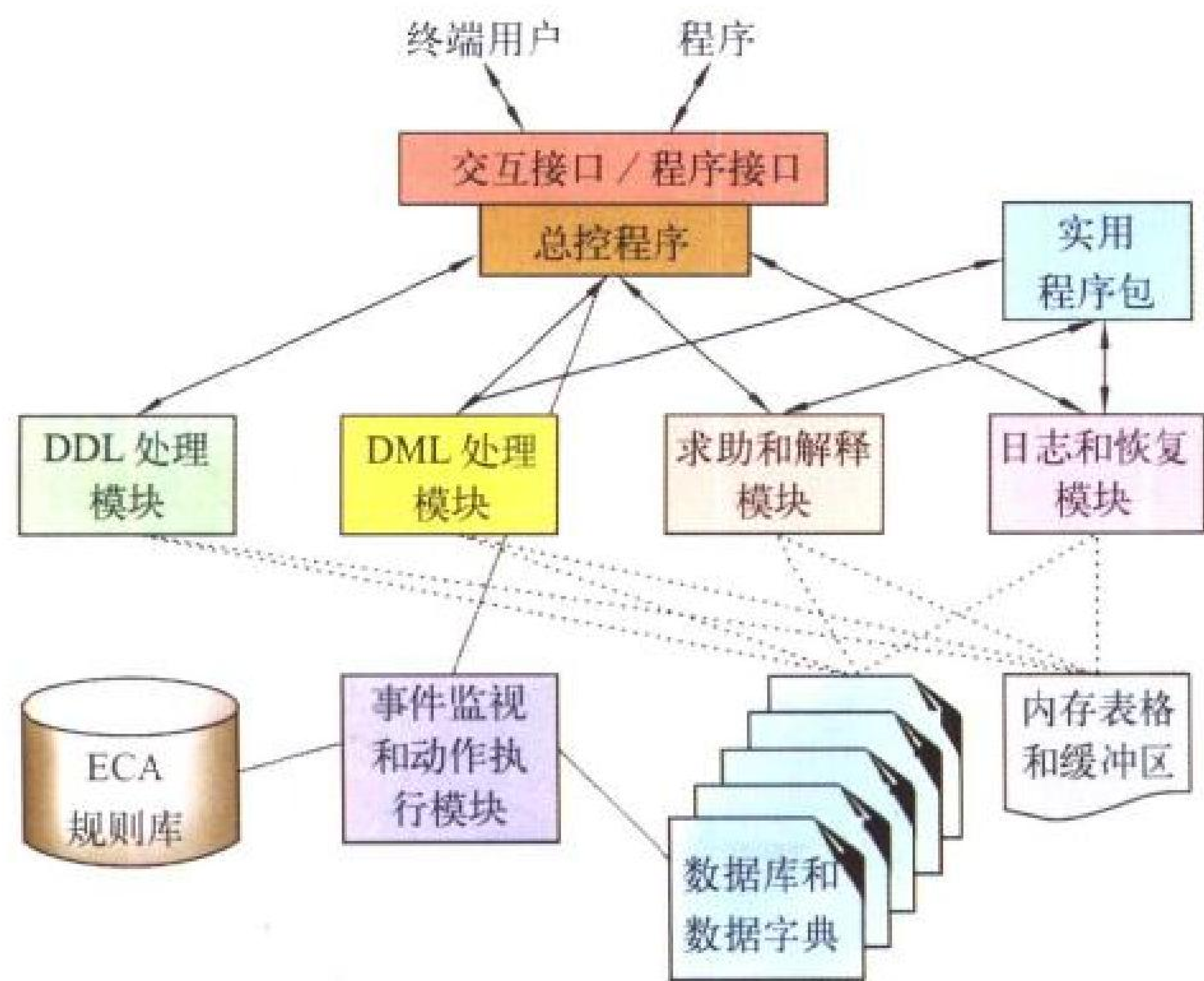
（撰写：吴春富 审订：干基磊）

zhudong gongji

**主动攻击** active attack 对信息网络中存储、处理和交换的各种信息进行非授权的增加、删除、更改、替换、事后重用、对网络通信信道进行破坏、独占网络资源、阻塞正常服务请求以及降低系统性能等各种攻击行为。它和被动攻击的不同点在于后者只是窃取网络中的信息，或对加密信息进行密码破译分析，而不干预网络的正常运行，不影响数据的完整性、网络服务的可用性。黑客攻击和计算机病毒攻击多数是主动攻击，合法用户和系统管理员也可能是主动攻击的发起者。 （撰写：龚奇敏 审订：黄月江）

zhudong shujuku

**主动数据库** active database 能以统一而方便的机制提供主动服务功能的数据库系统。它自动监视信息处理过程，当实际应用的关键事件发生时能主动执行预先由用户设定的动作或动作序列，从而完成用户所需的多种信息处理。主动数据库系统在结构上通常包括：一个传统的数据库系统(DBS)、一个事件驱动的知识库(EB)、一个相应的事件监视器(EM)。其中，DBS用于数据的存储、维护、管理和应用；EB是一个由事件驱动的知识库，其每一项知识就是一条



主动数据库管理系统体系结构图

ECA(事件—条件—动作)规则，表示在相应事件发生时如何主动执行预定动作；EM监视EB中事件的发生并及时地主动触发系统按EB中指明的知识执行相应的动作。主动数据库系统的体系结构如图所示。主动数据库系统的主动功能依赖于其所能检测的事件的种类，主要包括：(1)各种实时检测和控制；(2)数据库状态的动态监视；(3)例外情况和出错的监测、报警和处理；(4)处理或推理过程示踪；(5)检索或推理策略的自动选择和切换；(6)广泛的中断处理和与“外界的交互”。近年来，人工智能技术、数据库技术和面向对象的程序设计风范相互结合和相互渗透，使“主动性”的概念拓广应用到对面向主动对象的数据库、主动模糊数据库、主动知识库系统、模糊的主动知识库以及主动程序设计语言和软件主动性等的研究。

（撰写：余性厚 张亚红 审订：瞿兆荣）

zhudongwang

**主动网** active network 用户或应用拥有主动性的网络。它把通信网络视为分布式计算机，用户或应用不仅输入数据让网络传递，而且还可以输入程序，让网络按照用户或应用要求对输入的数据进行计算，包括数据分析、滤除、加解密、路由选择、数据流合并和分发，及通信协议的处理等。与传统网络的区别在于这些网络功能不是网络管理者或经营者预先制定的，而是由用户或应用临时选择并通过自身程序执行的。主动网可以突破网络标准协议制定过程复杂迟缓的限制，能适应迅速发展多变的网络时代要求。主动网的关键技术是网络的安全基础设施，以防止其他用户或应用有意或无意的破坏或利用。主动网是网络技术的重大变革，目前仍处于广泛探讨阶段，未来的应用方向是军用互联网络和民间移动通信。 （撰写：李振邦 审订：程 蝉）

zhumiyao

**主密钥** master key 传统对称密钥密码体制实现的自动化网络密钥管理，采用密钥分层结构，高一层密钥用于对低一层密钥进行加密保护，处在该结构最高层、用来对密钥加密密钥进行加密保护的那个密钥，称作主密钥(参见**密钥分层结构**)。 （撰写：龚奇敏 审订：黄月江）

zhuyao hangkong daohang xitong

**主要航空导航系统** primary means air navigation system 对于在给定的飞行操作或飞行阶段，能够同时满足精度和完好性要求，但是不必完全满足可用性与连续性要求的导航系统。飞行安全是以将飞行限定在特定的时间段和通过适当的程序限制来获得的。在飞机上有主要航空导航系统时，便不要求还装备惟一导航系统加以支持。作为例子，1994年美国联邦航空局批准GPS作为越洋区和边远区的主要航空导航系统，条件是GPS接收机必须满足TSO 129条令的要求。美国正在发展的WAAS系统，其目的是要使GPS在更多的空中航行阶段，包括本土航路和进近与着陆阶段，能够成为主要导航系统甚至成为惟一导航系统。

（撰写：邱致和 审订：丁 群）

zhuzhen fangdashi fasheji

**主振放大式发射机** master-oscillator power amplifier transmitter 一种在低功率电平产生雷达射频信号，然后经过多级功率放大器放大达到标称功率的发射机。这种发射机能保持射频脉冲信号的全相参特性，能适应复杂信号波形、随机频率捷变和功率合成等工作要求，是相参雷达采用的主要发射机形式。在实际雷达中，雷达射频信号往往由信号源单独形成。全部由多级功率放大器级联组成的发射机称为功率放大链发射机(power amplifier chain transmitter)。

（撰写：许鸿烈 审订：徐脉行）

zhubei dianchi

**贮备电池** reserve battery 又称激活电池。在使用前处于惰性状态的电池，由电池堆、电解液、激活机构与外壳组成。由于激活方式、电解液贮存方式的不同，贮备电池种类主要有：(1) 液体激活贮备电池，即电解液（或液体正极活性物质）和电堆分开贮存，一旦使用时，通过自动激活机构将电解液（或液体正极活性物质）注入电堆而使电池工作，如 Zn / AgO、Li / $SOCl_2$ 自动激活贮备电池；(2) 水激活电池（海水或淡水），一旦使用，电池进水口打开，水进入电堆而使电池工作，如 Mg / AgCl 海水激活电池，Mg / $PbCl_2$ 淡水激活电池；(3) 热激活电池（热电池），使用时通过点燃加热片使固态盐（如 LiCl / KCl）融化变成离子导体，使电池工作，如 Li(M) / $FeS_2$ 热电池。贮备电池的特点是：(1) 贮存寿命长（5～20 年）；(2) 工作温度范围宽（−50～71℃）；(3) 无需维护，使用灵活，方便；(4) 耐冲击、振动等。主要用于军事武器和装备，如各种导弹、火箭、炮弹、鱼雷、声呐浮标、诱饵鱼雷及救生系统等。 （撰写：宋海德 审订：汪继强）

zhuanyong biaozhun jicheng dianlu

**专用标准集成电路** application specific standard (IC) product (ASSP) 为特定产品的多个用户设计的集成电路。这类电路是以特定产品的使用情况为前提，考虑其必要的功能而设计的。

由 IC 厂设计并制定产品规范，拥有知识产权。这种电路产品由于小型化和高功能化，使整机的设计变得容易，可靠性提高以及高密度组装得以实现，具有很大的市场需求。在需要进行高效处理和高速处理的各种应用领域，如图像处理、音频、通信、音响处理等方面，都有许多专用标准电路。另外，原来不是面向特定用途的微机和数字信号处理等电路为了适应特定用途的需求，也在向特定功能专用标准方面迅速发展，扩大了专用标准集成电路的产品系列。

（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

zhuanyong jicheng dianlu

**专用集成电路** application specific integrated circuit (ASIC) 为特殊用途或特定用户设计和制造的集成电路。随着集成电路的快速发展和应用领域的不断扩大，由于电子产品特殊功能的要求，保护产品的知识产权以及军品的保密等因素，采用通用的标准逻辑电路或通用的集成电路已不能适应竞争的需求，ASIC 便应运而生。对于要求高性能、保密性强和强调独立自主的军品来说，ASIC 技术显得特别重要。在成熟的集成电路工艺基础上发展起来的标准加工线 (foundry line) 和 ICCAD 工具是这种 ASIC 电路的两大支柱。标准加工线提供全套 IC 单元库、元器件库和工艺标准，甚至门阵列母片等，供用户设计使用并接受委托加工。IC 标准加工线往往有几种标准工艺（如 CMOS 工艺、BiCMOS 工艺、TTL 工艺等）可供选择。随着 ICCAD 工具的发展和完善，系统设计者已能单独掌握 IC 芯片的设计，去实现自己特有的设计构思。因此各种 ICCAD 中心、IC 设计公司纷纷成立。IC 公司设计的产品委托标准加工线加工生产，然后销售 ASIC 产品，已成为生产 IC 的一种重要途径。用户对产品自主设计或参与设计已成为 ASIC 的一个重要特征。随着集成电路技术向深亚微米方向发展，ASIC 正朝着更高水平、更复杂功能的方向发展，向着系统芯片 (SOC) 发展。

（撰写：薛舫时 审订：林金庭）

zhuanfaqi

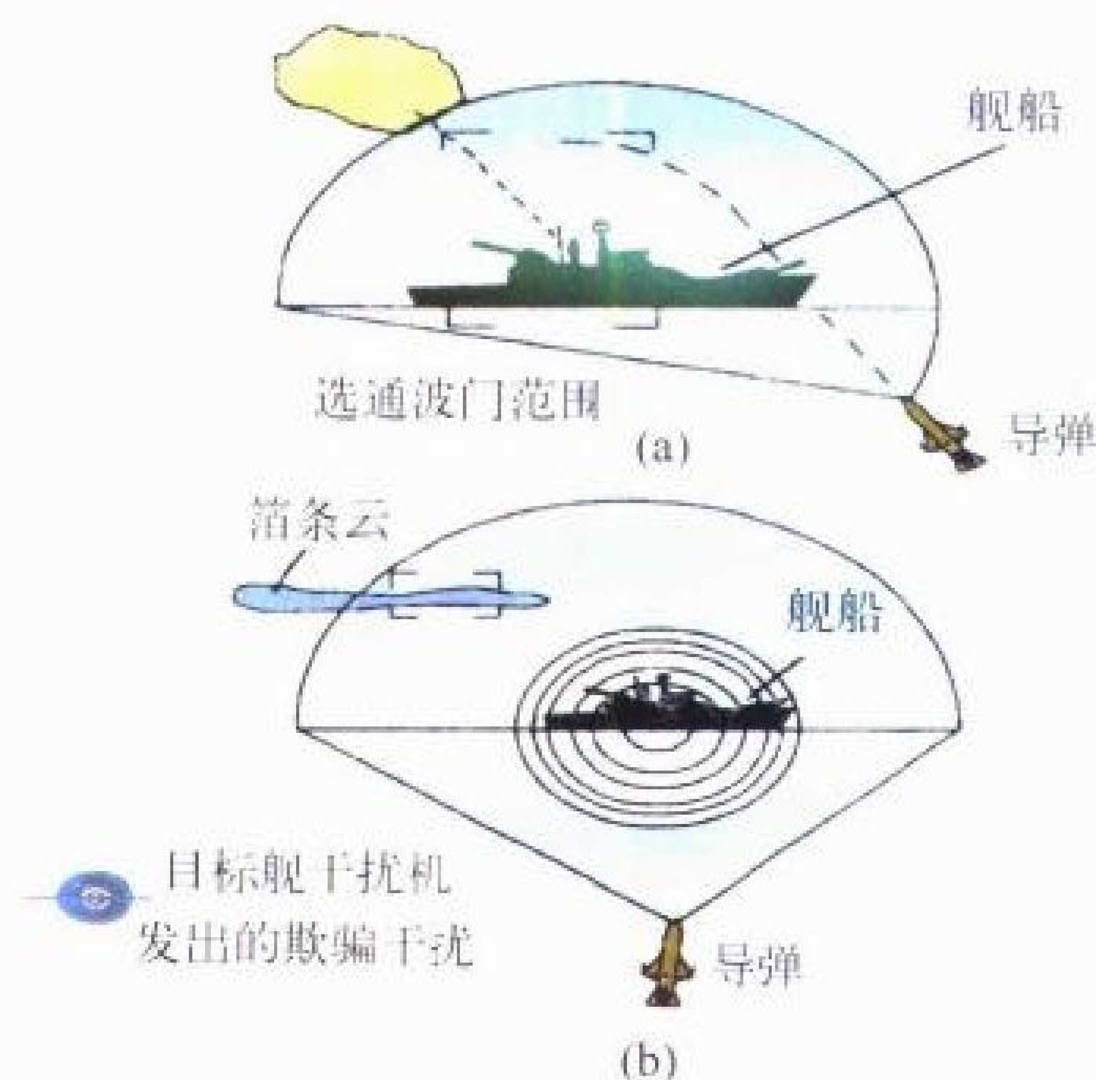
**转发器** transponder 通信卫星的有效载荷，并且是其核心部分。其作用是将地球站发来的信号经过放大、变频后，再发向其他地球站，以实现空中中继站的功能。根据不同的性能有其不同的电路结构，通常有三种：(1) 单变频转发器，其特点是先将信号进行直接放大，变成下行频率，经功率放大后转发到地球站，这是一种微波式转发器，带宽可达 500 MHz；(2) 双变频转发器，它是先把信号变成中频，经放大限幅，然后变成发射频率再由行波管功率放大，最后由天线发向地球站。其优点是中频增幅高，电路工作稳定，不足之处在于中频带宽窄，不适宜多载波工作；(3) 处理转发器，适于数字卫星通信系统，它是先将接收的信号经微波放大和下变频后变为中频，再经相干检测和数字处理，恢复基带信号，该基带信号重新调制到中频上，再变频到下行频率，最后由功率放大发送到其他地球站。这种方式可以消除噪声的积累，改善信号传输质量，其上/下行可以选用不同调制方式，以获得最佳传输，但电路结构比较复杂。转发器的主要指标是增益、幅频特性、最大输出功率、噪声系数、交调电平、调幅调相变换系数等。（撰写：王巨椿 审订：李振邦）

zhuanfashi ganrao

**转发式干扰** repeater jamming 又称放大回答式干扰。收到敌方辐射的信号后经放大、延迟存储，并经虚假信息调制后发射出去所形成的一种电子干扰。一种实现方法是直接放大式，即直接将截获的敌辐射源信号进行放大，并按干扰要求对该信号进行各种欺骗调制，然后将调制后的信号进行功率放大后再发射出去。直接放大式可以保持干扰信号的相参性。另一种实现转发式干扰的方法是用储频器存储所收到的辐射信号，以便当辐射信号消失后提供产生欺骗干扰信号所需的射频信号。对该信号进行各种欺骗调制，然后将调制后的信号进行功率放大再发射出去。储频器是这种实施干扰的关键器件。以前的储频器采用射频电缆延时环路，储频时间短，频率易漂移。现在的储频器采用数字射频存储器，还能对复杂的脉内调制信号实现高保真记忆，存储时间长，因而提高了转发式干扰的干扰能力。转发式干扰特别适于实施各种欺骗性干扰。 （撰写：王燕 审订：索以宾）

zhuanyishi ganrao

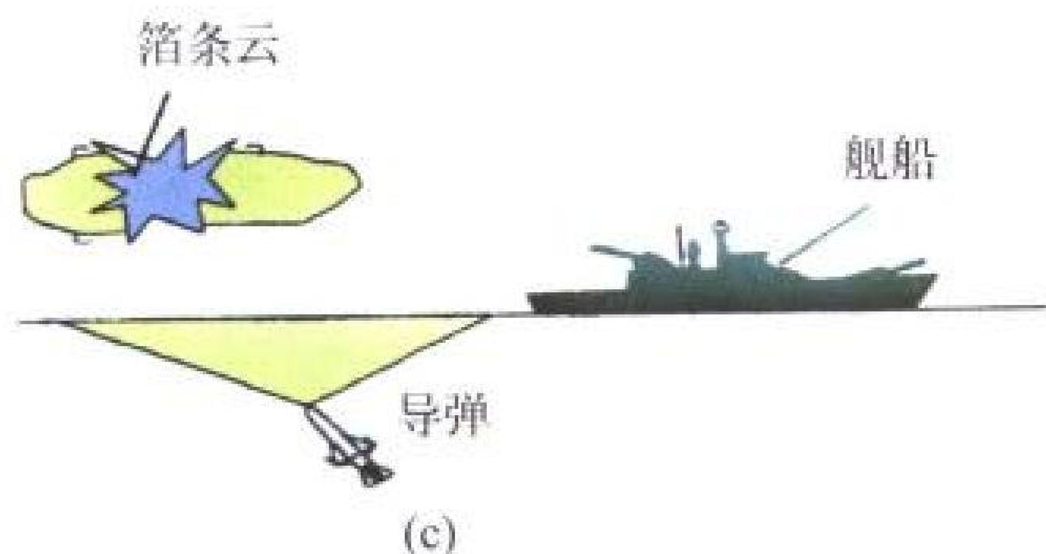
**转移式干扰** transition jamming 在末制导波束内施放无源假目标，并采用有源欺骗干扰，使敌制导系统丢失攻击目标转而跟踪假目标的一种干扰方式。转移式干扰主要用于水



(a)
(b)

**重力波通信** gravity wave communication 利用重力波动

高速缓冲存储器低得多，而比外存快。它由中央处理器




转移式干扰示意图

面舰船对抗反舰导弹的攻击。转移式干扰的工作方式是：在距舰较近距离上，投放箔条，形成雷达假目标。有源干扰采用跟踪波门拖引技术，将导弹跟踪波门拖向箔条云，使导弹跟踪“转移”到假目标上去，如图所示。

(撰写：孙 静 审订：孔令春)

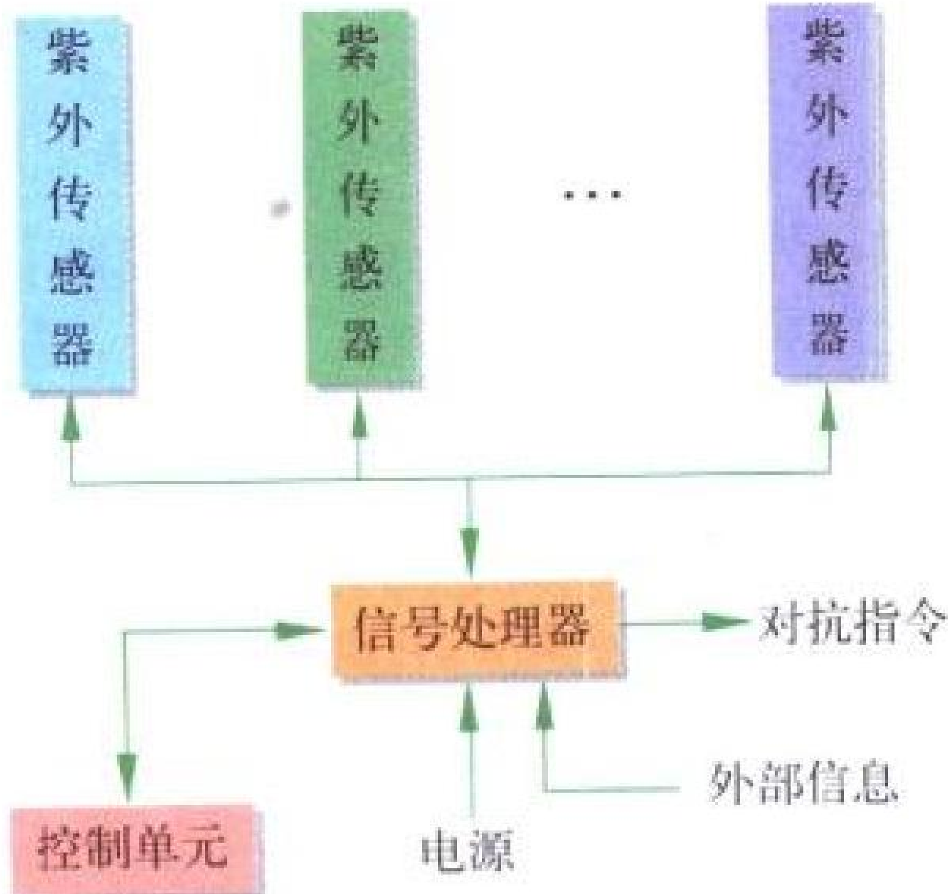
zhunfenzi jiguangqi

**准分子激光器** excimer laser 以准分子作工作介质的激光器。准分子是一种在激发态结合为分子，在基态又离解为原子的不稳定缔合物。它可分为同核准分子和异核准分子两类。其激发态寿命为$10^{-13}$ s 量级。准分子激光器的激光跃迁发生在束缚态(分子态)与自由态(离解态)之间。这一特异性质对激光器的运转有下列优点：(1) 分子经激光跃迁到达基态后立即离解，只要存在激发态分子，总能形成粒子数反转；(2) 下能级不是确定的振动—转动能级，因此跃迁是宽带的，这使准分子激光器实现可调谐运转。典型的准分子是由处于激发态的惰性气体与卤素原子形成的惰性气体卤化物准分子。常见准分子激光器，发射波长为 193 nm (ArF)、248 nm (KrF)、308 nm (XeCl) 和 351 nm (XeF)，都位于紫外波段。激光器以脉冲方式运转，泵浦方式有相对论电子束泵浦、快速放电泵浦、电子束控制放电泵浦和光泵浦等。准分子激光器脉冲输出能量可达百焦耳量级，峰值功率达吉瓦以上，平均功率可大于 200 W，重复频率达 1 kHz。它在光化学、同位素分离、医学、生物工程、微细加工等方面获得了应用。

(撰写：刘兴新 审订：梅遂生)

ziwai gaojing shebei

**紫外告警设备** ultraviolet warning equipment 对来袭导弹进行逼近告警的一种电子战装备。主要用于探测来袭导弹羽烟的紫外辐射，以判断威胁方向及程度，实时发出警报信息，提示驾驶员选择合适时机，实施有效干扰、采取规避等措施，对抗敌方导弹的攻击，提高空中或地面等作战平台在战场上的生存能力。紫外告警设备是光电侦察告警的新途径，突出特点是虚警率低、可靠性高，便于安装、性价比良好。紫外告警设备从技术体制上可分为概略型紫外告警和成像型紫外告警设备，其主要区别在于探测器件。概略型紫外告警设备使用光电倍增管作为探测器件，成像型紫外告警设备使用紫外阵列器件作为探测器。紫外告警设备的发展趋势是采用成像体制，提高告警距离和测角精度，引导发射红外曳光弹和引导红外定向对抗系统。紫外告警设备由传感器、信号处理器、控制单元等部分组成，如图所示。




告警设备组成框图

(撰写：陈素菊 审订：张伯周)

ziwai tanceqi

**紫外探测器** ultraviolet detector 对紫外辐射敏感的光探测器。目前最常用的光致发射紫外探测器有：分离打拿极以及单阳极和多阳极微通道板阵列紫外探测器，常用的半导体紫外探测器是 Si 光电二极管和 Si CCD 探测器。许多紫外探测应用要求探测器能耐高温并且非常牢固，因此宽带隙半导体材料如 SiC 和氮化物成为最有前途的紫外探测器材料。

(撰写：王戎瑞 审订：韩建忠)

zifu shuru shebei

**字符输入设备** character input device 以字符为单位将信息输入到计算机的设备，它是人与计算机之间的一种通信手段。这种设备在早期有纸带输入机、读卡机，目前有广泛使用的键盘、鼠标器、触摸屏、光笔等。从广义上讲，光学符号识别和磁性墨水符号识别设备也属于一种字符输入设备。字符输入设备通常采用的编码为美国国家标准信息交换用编码 (ASCII 码)。 (撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣)

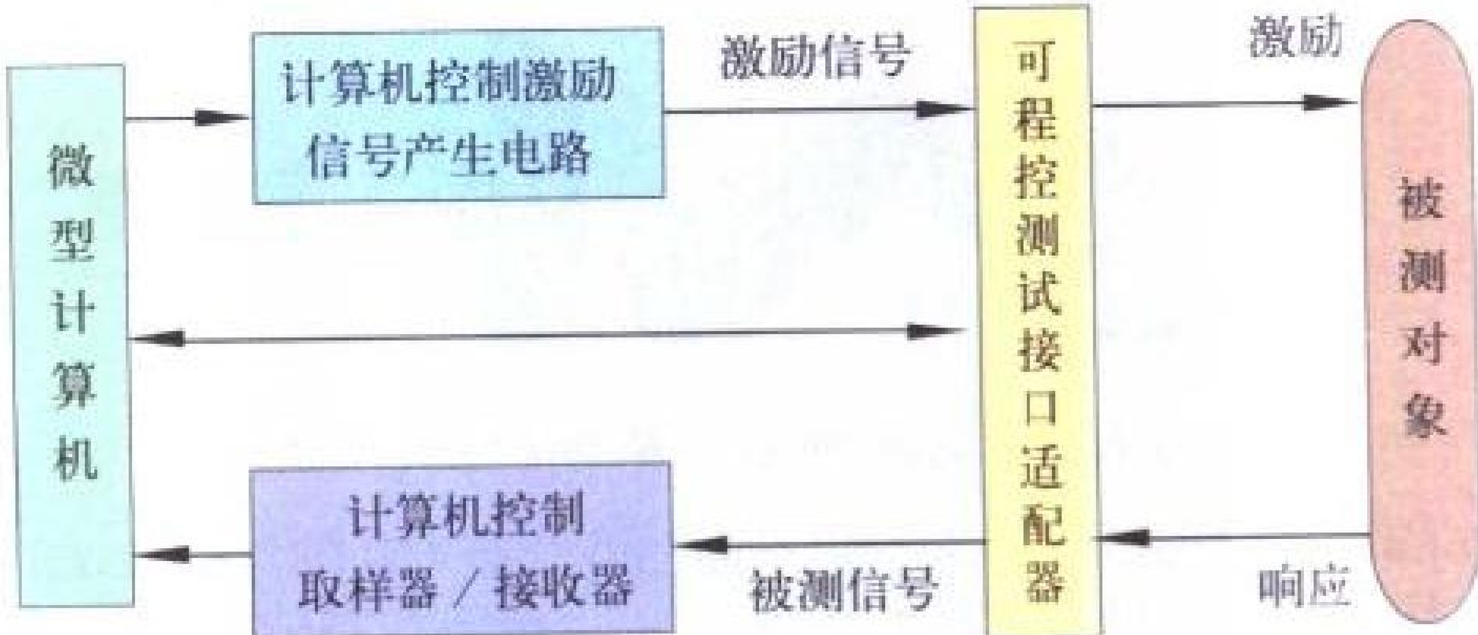
zifu xianshi zhongduan

**字符显示终端** character display terminal 一种能显示文字、数字和符号的终端设备。其主要技术指标为：(1) 字符尺寸，英文、数字类字符常用 5×7 或 7×9 点阵，汉字则多用 15×16、24×24、32×32 或 48×48 点阵；(2) 显示字符数，满帧列数乘行数即为显示字符数，常用 80×26 和 132×26；对汉字而言减半，即 40×26、66×26；(3) 格式控制特性，包括画面滚动、水平制表、格式保护、加亮、闪烁、消隐、反视频和字形的倍宽、倍高和音响报警等；(4) 编辑功能，常用的编辑命令有字插入、字删除、行插入、行删除、帧清、发送非保护区数据或发送一种格式中的全部数据等。

(撰写：林宝光 审订：张学孝 张金荣)

zidong ceshi xitong

**自动测试系统** automatic test system 能自动进行测量、数据处理、传输，并以适当方式显示或输出测试结果的系




自动测试系统组成示意图

统。系统由计算机、通用硬件和应用软件三部分组成（如图所示）。测试系统的硬件组成通常包括激励信号产生电路、取样器或接收器以及可程控测试接口等。计算机和可程控测试仪器组成自动测试的硬件平台，测试软件与计算机的系统软件和其他工具软件组成测试系统的软件平台。系统中的硬件部分大多是通用的，配备不同的软件可产生不同的激励信号和测试功能。自动测试系统采用标准接口，测试工作由预先编制好的测试程序统一指挥下自动完成。

（撰写：徐红兵　审订：陈光禹）

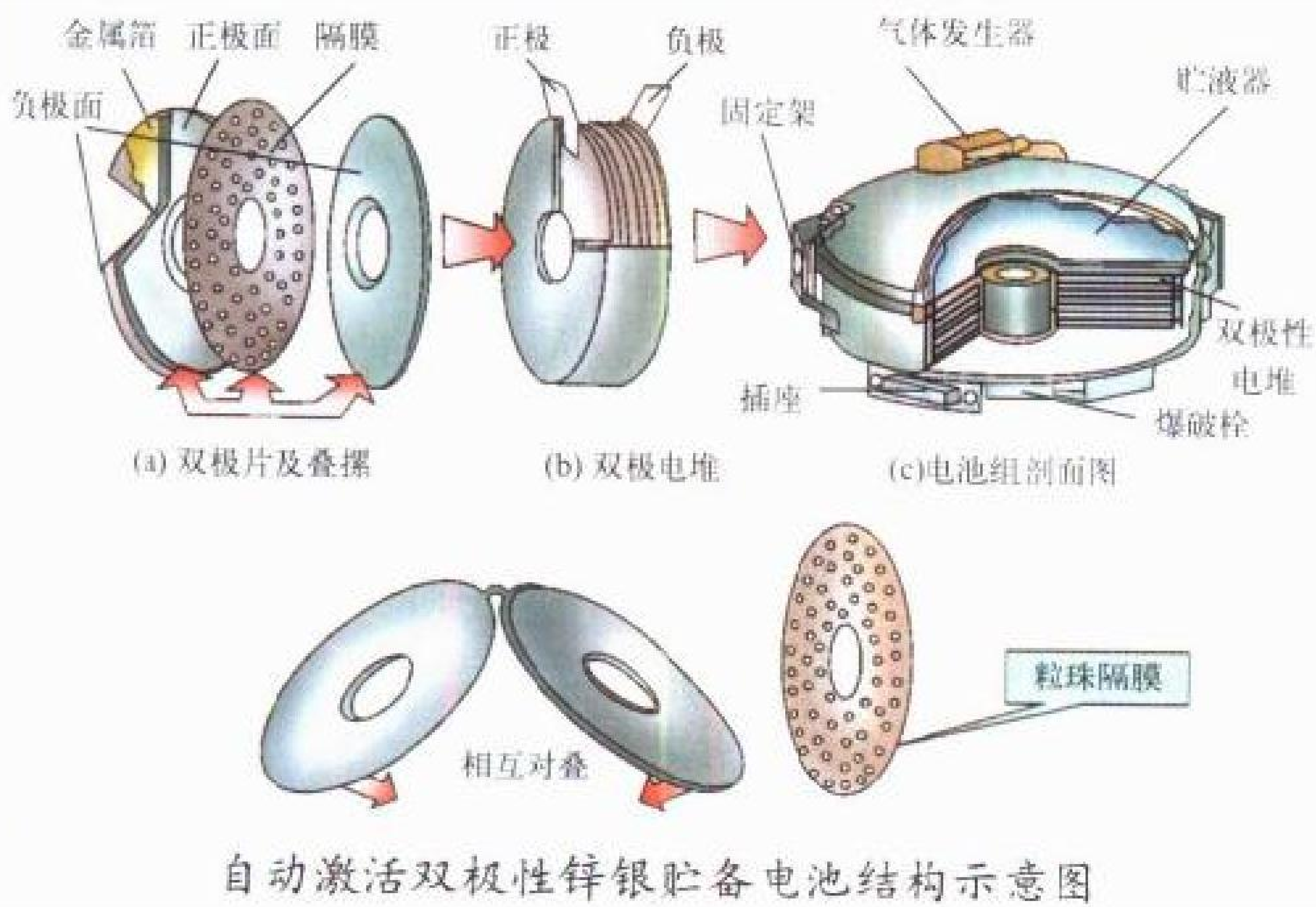
zidong dianhuawang

**自动电话网**　automatic telephone network　用户直接拨被叫用户号后，交换机自动接续，自动选择路由，最终自动完成主叫和被叫用户间电话通信的网络。实际上，自动电话网还能自动记录用户电话号码和通话时间的话务费用。要求自动电话网能满足每一个用户都能呼叫到网内任一用户，并能与全球各地的用户进行国际间的通信。现代自动电话网还能满足开放各种非话业务的要求。自动电话网的核心是传输和交换。随着数字化技术的发展，较早实现了交换局间的数字传输，以后又实现了交换网络的数字化，即数字程控交换机。一旦用户设备达到了数字化，那么就实现了数字通信网。数字通信网不仅可以完成电话业务通信，还可实现各种非话业务，如数据、图像、视频图像、多媒体业务等的通信。如果是以话音业务为主的数字网，就可以叫做自动数字电话网。这种通信网在军事通信中占据了重要位置，因为它能实现军事通信所要求的安全性和保密性。随着光缆技术的进步，光缆产品不仅损耗低、频带宽，而且造价下降快，促进了长途传输的光缆化，从而又加快了数字网发展的步伐，相应开拓了自动数字电话网的市场。

（撰写：邱杰　审订：李振邦）

zidong jihuo shuangjixing xinyin zhubei dianchi

**自动激活双极性锌银贮备电池**　automatically activated bipolar electrode zinc-silver reserve battery　带有自动加注电液装置，且每个电极具有正负两个极性的 Zn / AgO 一次电池组。所谓双极性是在一片导电金属箔的一面压敷着正极活性物质 AgO，另一面压敷着负极活性物质 Zn，如图所示。每




自动激活双极性锌银贮备电池结构示意图

相邻两片双电极之间夹一张一面粘有分布均匀的塑料粒珠的隔膜，粒珠面贴在双极的负极一面。这样每两片双电极的一半构成一个单体电池。极片与隔膜相间逐片叠摞压紧成堆就构成了串联的电池组，每片的金属箔就是相邻电池间的导电连接片。电堆首和末两个端片是只有一面压敷着活性物质的单电极片。两端片的金属箔分别为电堆的总正和总负端，也是电池组的正负极。激活机构系统一般为塑料制成的半泡囊，也可以用波纹式不锈钢箔制成。激活时爆破栓打开注液口，高压下泡囊变形把电解液顺着爆破栓与电堆中孔间隙挤入电极堆。电堆的端片外侧设有加热片，保证电池在低温下使用时能自动给电池组加热。电池结构紧凑，激活时间短，电池激活后必须立即使用。该电池的比能量可达 50 W · h/kg。多用在机动性强的战术导弹上作主控电源。

（撰写：王世达　审订：宋海德）

zidong jihuo xinyin zhubei dianchi

**自动激活锌银贮备电池**　automatically activated zinc-silver reserve battery　带有自动加注电液装置的荷电式一次性使用的 Zn / AgO 电池组。电池正负电极的构成和反应原理与锌银蓄电池相同。贮存期一般 5 ～ 8 年。电池由电池组、贮液器、自动注液装置构成一个整体，如图所示。激活时通过

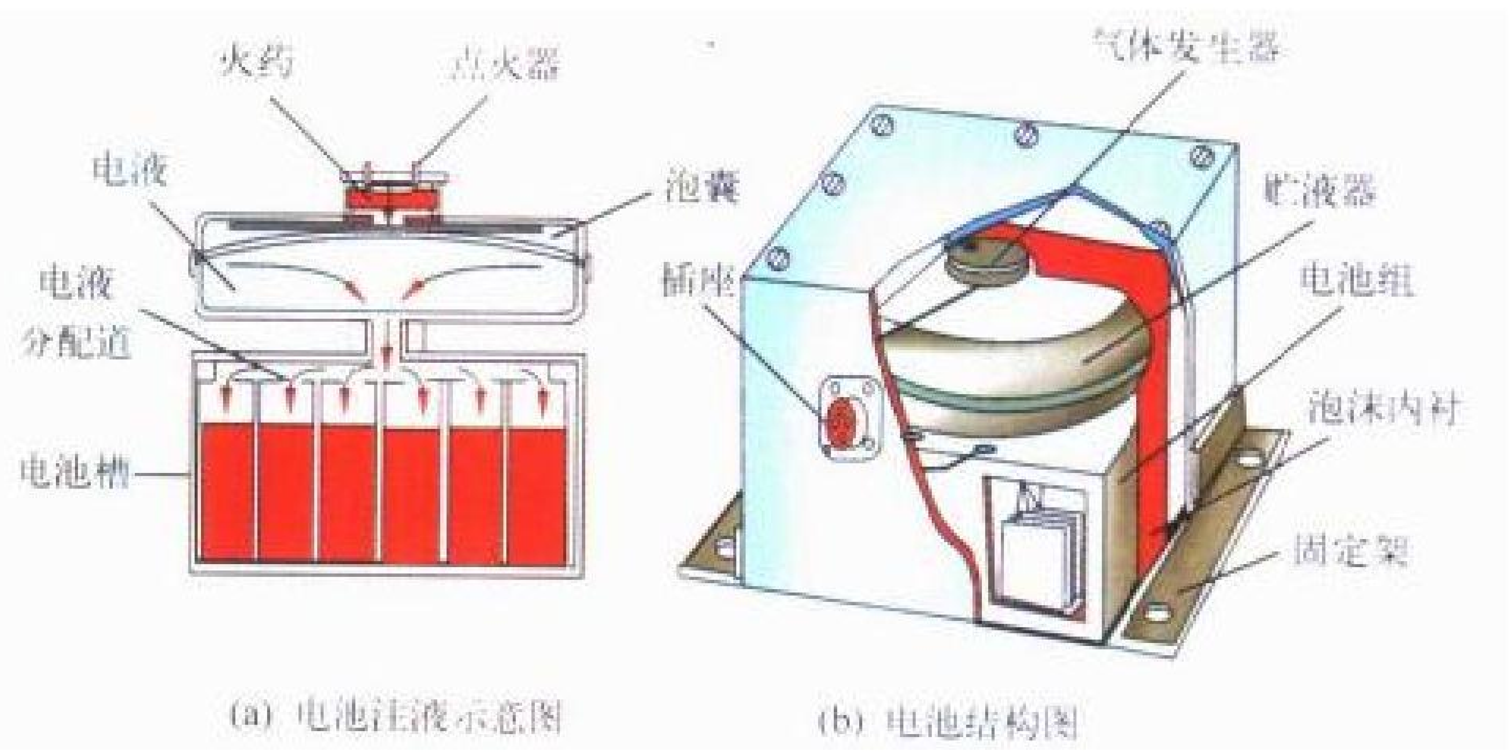



图 1　自动激活电池注液及结构示意图

自动注液装置，在短时间内快速地将电解液注入电池中并立即建立电压给负载供电。电池中贮液器的结构形式有集中泡囊式、分离泡囊式、蛇管式等，它与气体发生器构成一个电池的自动激活（注电液）系统。电池组有隔离电池槽串联式和双极性电对叠摞串联电堆式。自动激活电池的性能特点是：维护简单、机动性强、能快速激活、贮存寿命长（8 年以上）。因使用要求不同，激活时间从十分之几秒到几秒不等。激活后的湿寿命期，可由数十分钟到数小时，在此期间内，可检查电池是否正常，但多数激活后必须立即使用。电池组设有电控加热系统或化学加热系统，方可保证电池在 −40 ～ 50℃ 工作。该类电池主要用在战略和战术导弹、核武器、鱼雷等现代武器上。图 2 是自动激活锌银电池代表品种。（撰写：王世达　审订：宋海德）



图 2　自动激活锌银电池代表品种

zidong tuili

**自动推理**　automated reasoning　在计算机支持下实现推理、求解问题的理论和方法。它是人工智能领域中的重要研究课题。自动推理研究的内容包括：定理机器证明、程序正确性验证、程序自动生成、逻辑程序设计、非单调推理、模糊推理、约束推理、定性推理、类比推理、归纳推理、自然演绎法、归结方法、重写方法等。定理机器证明的研究是自

动推理领域最早进行的，20 世纪 60 年代仅仅限于数学方面，60 年代末开始转向程序自动生成、逻辑程序设计以及更一般的智能系统中的推理问题。70 年代专家系统和知识工程的出现，为了建立类似于人的智能系统，开始研究更接近人类思维方式的推理，如非单调推理、模糊推理等。目前自动推理的研究，一方面表现在专家系统中，用于诸如化学合成、医疗诊断等各种面向特殊问题的自动推理助手。另一方面在计算机辅助推理研究上也取得了一些成果，如研制出面向自动推理的程序语言 PROLOG。用逻辑推理解决问题将是未来一代新型计算机的特征，所以，自动推理的研究，对于新型计算机的设计是很有必要的。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

zijihuo jiguang jingti

**自激活激光晶体**　self-excited laser crystal　以激活离子为基质组成部分的激光晶体。特点是激活离子浓度高、荧光浓度猝灭效应小、激光效率高。

这类晶体的种类较掺杂型晶体少，主要有磷酸盐、硼酸盐、钨酸盐等类激光晶体。$NdP_5O_{14}$ 是 1973 年发现的自激活晶体，其中钕离子是基质的一种组分，钕含量比掺钕浓度为 1 at % 的 YAG 高 30 倍。由于最邻近 Nd 离子的间距达 5.2 Å，所以 Nd 浓度猝灭效应小，荧光寿命达 120 μs。由于 Nd 浓度高达 $10^{21}$ $cm^{-3}$，因此激光效率也远较 Nd：YAG 高，自激活激光晶体主要用于制作高效、小型化激光器。

（撰写：张振亚　审订：桂尤喜）

ziran yuyan lijie

**自然语言理解**　natural language understanding (NLU)　研究人类如何使用自身熟悉的本族语言与计算机进行信息交流，并探索人类自身的语言能力和思维活动的本质。自然语言理解的研究内容可以归结为对自然语言的句子和篇章这两个层次上的分析和生成的研究。自然语言理解系统的“理解”含义应包括以下内容：(1) 机器能正确摘取输入文本中的主要信息，并据此回答有关的问题；(2) 机器能用不同的词语和句型来复述输入文本；(3) 机器有能力产生输入文本的摘要；(4) 机器具有把一种源语言的输入文本翻译成另一种指定的目标语言的能力。自然语言理解的研究大体经历了三个时期，即 20 世纪 60 年代以关键词匹配技术为主流的早期；70 年代以句法—语义分析方法为主流的中期；从 80 年代开始进入第三个时期，这一时期的自然语言理解系统的最大特点是实用化和工程化，其标志就是一批商品化的机器翻译系统和自然语言人机接口进入市场。

（撰写：张金荣　审订：林宝光　张学孝）

zishiying ganrao

**自适应干扰**　adaptive jamming　能快速自动适应被干扰对象的变化，实施最佳干扰的一种技术。自适应干扰是一种自卫干扰或支援干扰技术，它能借助计算机的控制，在自动分选信号和识别威胁的基础上，使干扰系统在方向、频率、时间、功率、调制样式等方面自动适应复杂的电磁环境，与被干扰的电子设备参数相匹配，以获得最佳的干扰效果。自适应干扰能迅速地对威胁参量的变化作出反应，自动选择最佳干扰样式和干扰时机，并优先对高等级威胁施放最有效的干扰。在进行干扰的同时，自适应干扰还能鉴定干扰效果，自动调整干扰参数和干扰样式，直至达到最佳干扰。自适应干扰的功能强大，能适应目前和未来高密度电磁环境。

（撰写：王燕　审订：索以宾）

zishiying leida

**自适应雷达**　adaptive radar　一种能够适应未知的或变化的外部目标环境的雷达。通常这种雷达采用自适应天线阵列。事实上，雷达工作时，目标和干扰源的特征参数及其坐标、数目和相互位置都会发生变化，这就要求具有能够适应这种变化的自适应雷达。由于对一种空情处理算法最佳化，对其他空情处理时性能就会有所损失，因此，就要求在雷达空情变化时对处理算法进行连续修正使其一直保持最佳状态。在自适应雷达中，这个问题是利用计算机采用专门的算法来解决的。自适应雷达技术目前主要有：自适应天线极化技术、自适应副瓣对消技术、自适应天线零位调整技术、自适应波束形成技术、自适应频率捷变技术、自适应信号处理技术、自适应干扰分析与干扰技术等。自适应雷达技术的发展，将促进智能化雷达的发展和应用。

（撰写：王德纯　审订：张光义）

zishiying shuzi boshu xingcheng jishu

**自适应数字波束形成技术**　adaptive digital beamforming (ADBF) technology　数字波束形状及指向能够自适应地随环境及目标的变化而变化的技术。波束控制器根据阵列天线接收的快拍数据(指同一时间阵列单元的输出数据)，自适应地进行波束权系数的调整，以在方位和距离单元上形成一定形状的波束，通常需要形成的波束主瓣指向目标，而在干扰方向形成零点，以提供好的空间、时间滤波性能。根据自适应方式，ADBF 可分为两大类，开环自适应方式及闭环自适应方式。开环自适应方式是指控制器根据待观察方向及阵列接收通道内的干扰数量计算波束权系数。闭环自适应方式是指控制器根据波束形成器输出的各波束的干扰剩余来确定权系数。根据自适应准则，ADBF 又可分为最大信噪比、最小均方误差及干扰最大抑制等准则的自适应波束形成技术。ADBF 应用于通信中的智能天线、雷达天线的自适应干扰对消及波束到达方向 (direction of arrival) 的估计等对天线的方向性能自适应变化的场合。（撰写：葛建军　审订：吴曼青）

ziwei ganrao

**自卫干扰**　self pretection jamming　导弹、飞机、舰艇、车辆等作战平台为自身安全而由其装载的干扰设备或器材所施放的一种电子干扰。自卫干扰已成为现代战争中重要作战平台自卫的必备手段。自卫干扰的具体方法是由平台自身的性能和携带的干扰器材决定的。自卫干扰的优点是对作战平台本身的掩护效果好，因为干扰是由平台本身或由平台投放的载体施放的，无论平台如何机动，它始终处于干扰掩护之中，因而提高了平台的生存率。避免了远距离干扰和伴随干扰在方位上、时间上与被掩护平台的配合问题，故使用方便。缺点是作战平台所能携带的干扰资源有限，故只能针对特定的、紧迫的威胁进行干扰。

（撰写：朱松　审订：吕连元）

ziyou dianzi jiguangqi

**自由电子激光器**　free-electron lasers　用相对论电子束在泵浦场的激励下产生相干光的器件，是 20 世纪 70 年代出现的一种新型激光器件。自由电子激光与常规激光器件相比，

最根本的不同在于前者以“自由”电子为工作物质，而后者以束缚在原子中的“非自由”电子为工作物质。自由电子激光使用的电子束由电子加速器提供，“泵浦场”通常由称为摇摆器的周期磁场装置提供。自由电子激光的工作波长满足以下关系

$$\lambda_s = \frac{\lambda_w}{2\gamma^2}(1+\alpha_w^2)$$

式中 $\lambda_s$为激光波长；$\gamma$为电子的相对论能量因子；$\alpha_w$为摇摆器均方根无量纲磁感应场；$\lambda_w$为摇摆器周期长度。自由电子激光具有一系列突出的优点：波长连续可调，而且覆盖范围宽，可从微波波段一直拓展到紫外光波段或更短波长；输出功率高，脉冲功率可达吉瓦量级；效率高，采用电子能量回收装置，可使效率达到50%以上；光束质量好，且具有精细可塑的脉冲结构，此种特性对于现代生物医学及材料科学特别有用。自由电子激光以它所具有的这些优势在军事和民用技术上有着广泛的应用前景。自由电子激光目前的主要问题是装置复杂，技术要求高，造价高。

（撰写：梁 正 审订：廖复疆）

ziyu wangluo

**自愈网络** self-healing network 一旦网络发生故障能靠自身机制恢复业务的网络。失效业务的恢复（寻找备用路由和分配空闲资源）要依靠网络节点之间相互传递一定消息，并且网络的管理和控制通常是分布式的。自愈网络的实现可以分为两种方式，一种是完全按需（on-demand）方式，即失效恢复需要的备用路由和空闲资源均是在网络出现失效以后确定和分配的，这种方式的优点是可以充分利用网络中已存在的空闲资源，资源共享率高，缺点是因为要同时寻找备用路由和空闲资源，当网络规模较大时恢复速度较慢；另一种是半专用方式，即不同连接之间的备用路由预先确定，网络出现失效以后，只需按照需求分配空闲资源即可，优点是恢复速度比前一种方式快，但网络资源的利用率不如前一种方式高。随着社会信息化的实现，网络失效将给社会带来巨大损失，因此，自愈网络具有重大现实意义，特别是在一些涉及国计民生和国防安全的重要骨干网络上实现自愈尤为重要。

（撰写：王 烨 审订：李振邦）

zizhengjiao bianyaqi

**自整角变压器** synchro transformer 一种交流信号电机。它作为角度接收元件，在典型的同步随动系统中作为角度的接收方。控制式自整角变压器在信号传输系统中接收角度；力矩式自整角变压器在力矩传输系统中直接带动指针进行角指示。自整角变压器在自动火炮系统中应用广泛。

（撰写：何松波 审订：鲁 华）

zizhengjiao fasongji

**自整角发送机** synchro transmitter 一种交流信号电机，可作为角度测量和传感元件，在典型的同步随动系统中，它作为角度的产生和发出方。控制式自整角发送机用于信号传输系统中；力矩式自整角发送机用于力矩传输系统中。自整角发送机在自动火炮系统中应用广泛。

（撰写：何松波 审订：鲁 华）

zizuzhiwang

**自组织网** self-organization network 所有节点（移动的或固定的）按照预定准则能自动完成各节点间的传输路径的选择和传输链路参数的自动调整，从而使节点间能进行可靠通信的网络。常用于各军兵种的战术通信系统。其基本特点是：⑴采用分布式控制方式，网络的控制功能分散配置到各个节点中，网络的建立和调整（包括网络拓扑结构变化后的重组、节点的入网、退网）由各个节点的有机配合自动实现；⑵采用自适应组网技术，使众多节点遵循制定的自组织准则，自动探测网络的拓扑信息、自动选择传输路由、自动完成信息中继、自动进行通信控制，把网络的所有节点和链路组成一个有机整体；⑶采用分组交换作为实现自组织网技术基础，因而也具有分组交换网的特性。自组织网的优点是提高了网络的抗毁性和应变能力，即使网络发生动态变化或某些节点受损时，仍可迅速调整拓扑结构以维持必要的通信能力。但是，由于自组织网络的功能需要占用信道资源来支持自组织信息的传送，这种开销随节点数的增加而增加，因此限制了自组织网能容纳的节点数。（撰写：陈家模 审订：李建东）

zonghe dianzi xinxi xitong

**综合电子信息系统** integrated electronic information system 在高技术局部战争条件下，能满足诸军兵种联合作战的由多种信息系统构成的一体化大型军事信息系统。以往各种信息系统，如指挥控制系统、信息传输系统、情报侦察系统、预警探测系统、电子战系统等都是各军兵种独立设计和独立建设的。这些被国外称为“烟囱式”的系统效能低下、不能互通互操作，不能满足多军兵种联合作战的一体化需要；大量重复建设，国防投资负担沉重。在新军事革命推动下，综合电子信息系统的概念应运而生，其主要特点是：⑴在国家统一标准、统一规划下，各总部各军兵种各战区运用综合集成技术一体化联合建设综合电子信息系统，包括指挥控制、信息传输、计算机及软件、情报侦察、预警探测、导航定位、电子战和信息战等系统；⑵建设各总部各军兵种各战区共享的国防信息基础设施（包括通信、计算机、软件、网络等），减少重复建设；⑶实现各种信息系统之间的互通和互操作，以支持多军兵种联合作战；⑷实现信息共享，不仅要满足决策者和指挥者的信息需要，还要满足战斗员和士兵的信息需要，可以较大地提高部队作战能力；⑸信息系统、运载平台和武器系统的综合集成，将极大地提高作战效能。综合电子信息系统按功能的范围和性质可分为国家级（或战略级）和战区级。综合电子信息系统是对现有的“烟囱式”系统的改造。在现代战争中信息优势起着决定性作用，其要素有综合电子信息系统、信息战和信息管理，这说明综合电子信息系统在现代战争中起着特别重要的作用，并向智能化、全球化和太空化发展。（撰写：刘 兴 审订：彭永录）

zonghe dianzi xinxi xitong de kekaoxing ji shengcun nengli

**综合电子信息系统的可靠性及生存能力** reliability and survivability of integrated electronic information system 综合电子信息系统的可靠性系指综合电子信息系统在规定正常条件下能完成规定功能的能力；综合电子信息系统的生存能力（或生存性）系指综合电子信息系统在规定威胁条件下能完成规定功能的能力。综合电子信息系统的可靠性主要决定于系统的内部因素：各种组成部分自身的可靠性及整体可靠能力，一方面要求提高各组成部分的可靠性，另一方面从大系统设计方面要求采取冗余措施和容错措施。常年连续工作的

巨大系统的可靠性指标一般指使用系统有效度。系统有效度定义为系统在规定正常条件下，在任一时刻能维持其规定功能的概率。有的巨大系统的可靠性指标采用平均故障间隔时间(MTBF)和平均故障修复时间(MTTR)来表示。综合电子信息系统的生存能力的因素有人为因素和自然因素。人为因素包括精确打击、核打击、恐怖主义、破坏、动乱、电子攻击和信息入侵等。自然因素包括水灾、地震、风灾、火灾等。在信息入侵方面，对世界正在发展的信息高速公路和国防信息基础设施的信息攻击可能造成国计民生和军事作战信息网络瘫痪。这反应了巨大信息系统的脆弱性，故综合电子信息系统的高生存能力技术非常重要，需精心设计，模拟仿真、严格评估，建设具有较高生存能力的综合电子信息系统。 （撰写：刘 兴　审订：彭永录）

zonghe dianzi xinxi xitong de zonghe jicheng jishu

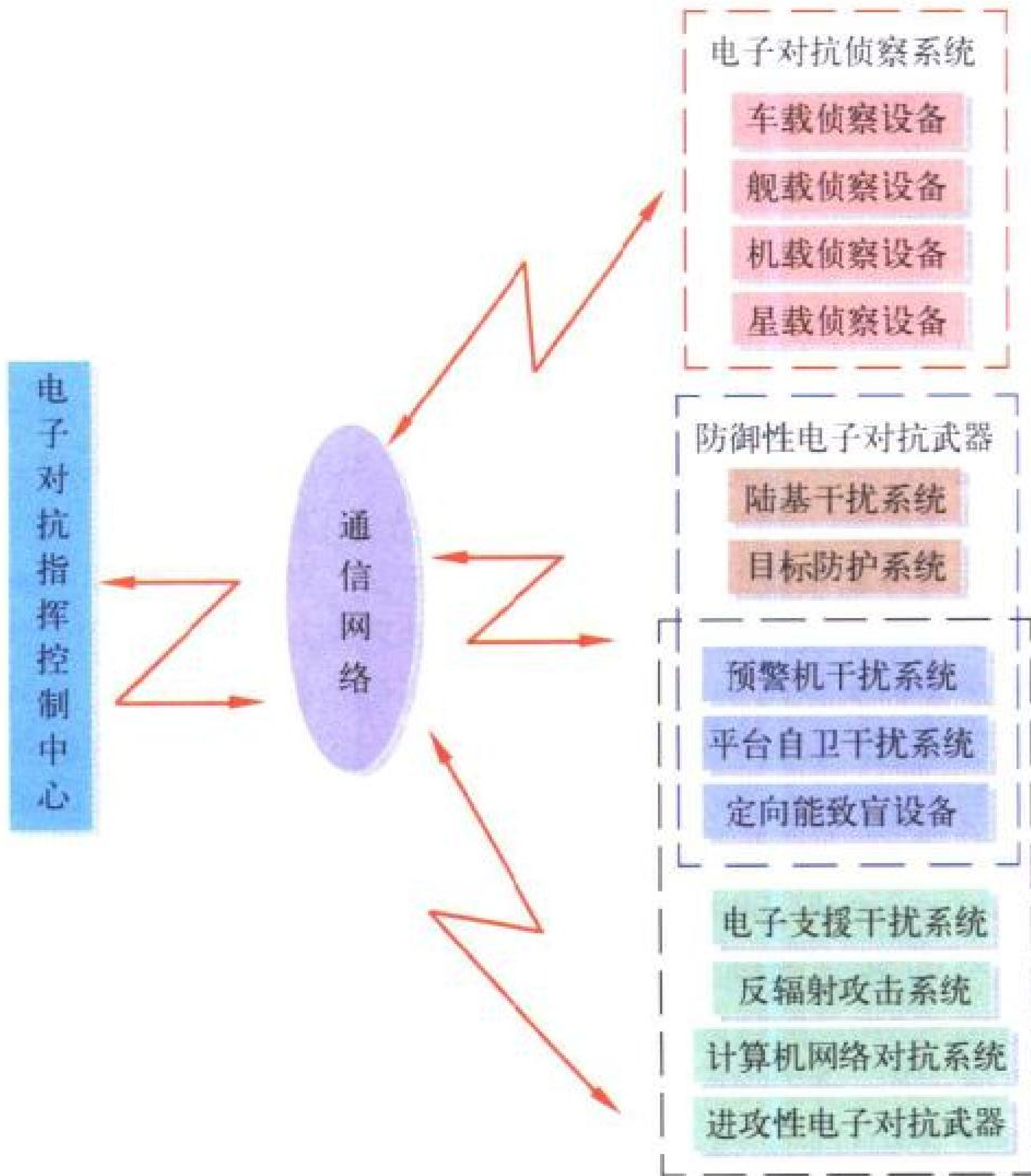
**综合电子信息系统的综合集成技术**　integration technology of integrated electronic information system　综合电子信息系统一体化构建和全过程使用的重要技术。综合电子信息系统的构建和全过程使用中所运用的综合集成技术和原则：(1) 综合电子信息系统体系结构的综合集成技术，即系统构建的原则和指南、途径和方法并制定出系统体系结构；(2) 综合电子信息系统的信息基础设施的综合集成技术；(3) 全军共用的情报、探测和侦察系统的综合集成技术；(4) 综合电子信息系统的互操作的保证技术；(5) 综合电子信息系统电子防护/信息防护和安全保密技术；(6) 新老系统的综合集成技术；(7) 综合电子信息系统集成化生长技术；(8) 综合电子信息系统的军民结合综合集成技术；(9) 综合电子信息系统可靠性和生存能力保证技术；(10) 综合电子信息系统的综合运用和管理技术；(11) 综合电子信息系统新技术嵌入和连续优化技术；(12) 综合电子信息系统综合集成的监督、检查和评估技术。

（撰写：刘 兴　审订：彭永录）

zonghe dianzizhan

**综合电子战**　integrated electronic warfare　在电子战作战指挥单元的统一管理和控制下，综合应用陆、海、空、天多平台的雷达对抗、通信对抗、光电对抗、$C^4$ 对抗和导航、敌我识别对抗以及计算机对抗、反辐射攻击等行动。综合电子战的目标是形成局部电磁斗争优势，执行并支援各种战斗行动。综合电子战的作战对象包括 $C^4I$、雷达、通信、导航、敌我识别、导弹制导、无线电引信、军用计算机等所有军事电子装备。综合电子战可以提高电子对抗设备的利用率、对信号的分选、识别能力以及多目标干扰能力和快速反应能力，提高电子对抗装备的综合作战效能，因此综合电子战是电子战发展的必然趋势。

综合电子战按综合方式可分为：(1) 单平台的综合电子战，又称一体化电子战。它应用数据总线把在同一平台上的主处理器与电子侦察、电子干扰等不同电子战设备连接起来，实施综合对抗，包括压制干扰与欺骗干扰；有源干扰与无源干扰；平台内干扰和平台外干扰，对抗多种不同的威胁以达到最佳的对抗效果。(2) 多平台的综合电子战，又称区域综合电子战。通常包括电子对抗侦察系统、电子对抗指挥控制中心和电子对抗兵器三个部分。它是在特定的作战区域内，应用通信网络将不同的电子战设备或（分）系统连接起来，进行统一的指挥和控制，以完成区域综合电子战的作战任务。在进攻作战中，电子对抗指挥控制中心综合应用电子情报侦察系统、电子支援干扰系统、反辐射攻击系统等多种类、多手段的电子攻击武器，构成一个软杀伤与硬摧毁相结合，雷达/通信/导航/敌我识别/武器制导对抗相结合的综合性、高强度的电子攻击力量，以掩护我方攻击机群、攻击舰队、攻击部队的安全突防。在防御作战中，综合利用电子情报侦察系统、目标防护、机载、舰载、弹载、星载、陆基等干扰系统对进入我防区的预警机和攻击轰炸编队、精确制导武器等实施多层次、全方位、多手段的综合电子防空反击，以瓦解敌方的空中攻击。




区域综合电子战构成示意图

（撰写：朱 松　审订：吕连元）

zonghe fangkong xitong

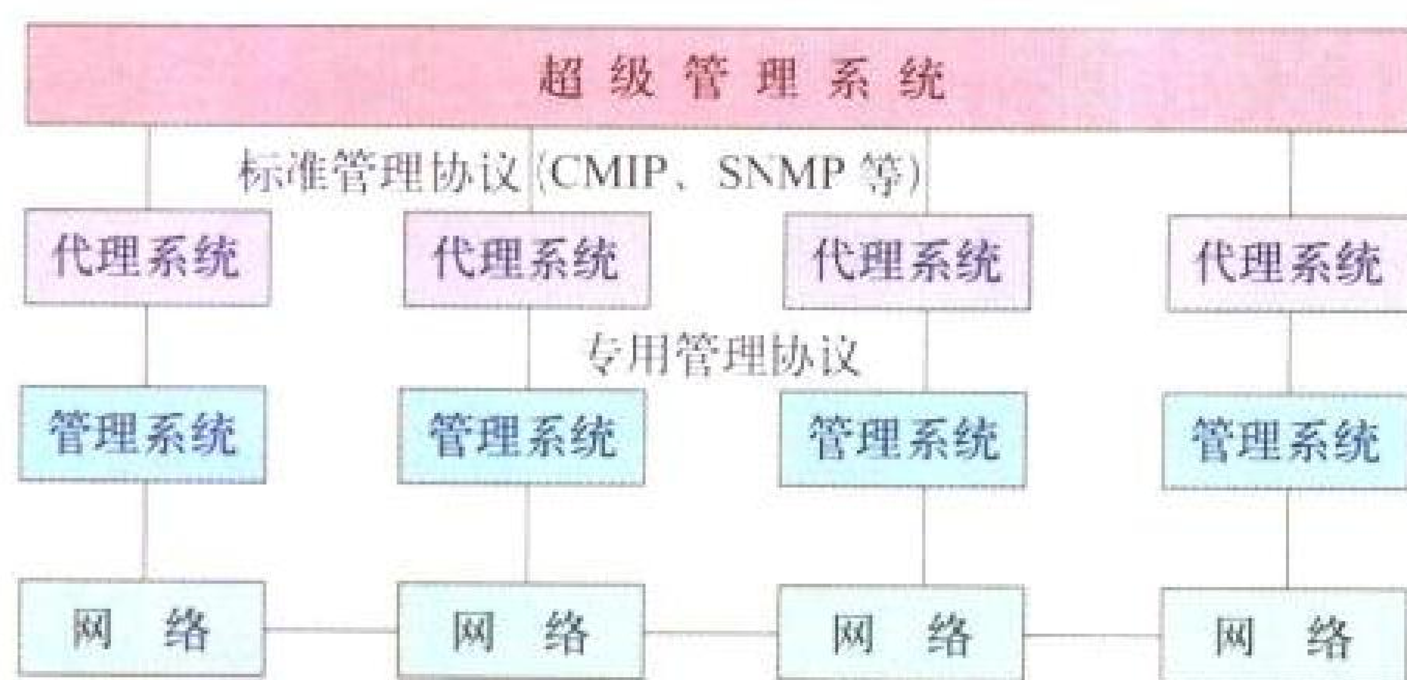
**综合防空系统**　integrated air defence system　为保卫某一区域由多军兵种参加的，组织多种武器系统和综合信息系统以发现、拦截敌方来袭的空中目标和弹道目标的系统。综合防空系统把国土(要地)防空、海上防空和野战防空联合为一个整体。空中目标包括各种飞机、直升机、巡航导弹、各种空地(海)精确制导武器等。弹道目标包括各种中近程弹道导弹。武器系统包括歼击机(航炮和空空导弹)、地空导弹、各种高射炮火、激光武器、电磁武器和电子干扰等。综合信息系统包括情报侦察及探测系统、指控系统、通信系统、电子战系统和信息战系统等。综合防空系统以反空中目标为主、兼顾反弹道导弹，也可以反导为主、兼顾反空中目标。

（撰写：施振明　审订：彭永录）

zonghe wangluo guanli

**综合网络管理**　integrated network management　一般是指多网一体化管理、不同网络管理协议的综合、智能网(IN)和电信管理网(TMN)的综合、网络管理与专家系统的综合以及五大管理功能的综合等。多网一体化管理是在多个被管网络之外再建立超级管理系统，在各个被管网络设置代理实体(它可以连到或嵌入该网管理系统)，如图所示。不同管理协

议的综合是在系统中同时兼容不同的管理协议，必要时把一种管理协议转换为另一种管理协议。目前常见的网络管理协议的综合是 CMIP 和 SNMP 通过双协议栈或协议栈低层更换、API、MIB 转换和委托代理的综合。智能网和电信管理网的综合是根据两者功能结构局部对应（即 IN 中的 SMF、




综合网络管理示意图

SMAF 分别是 TMN 中的 OSF、WSF 的一部分，而 IN 中的其他功能模块都是 TMN 中的 NEF），并且都采用 Q3 接口，把两者结合，可能向电信信息组网结构（TINA）发展。网络管理与专家系统的综合是利用专家系统，通过其推理机对其知识库中专家经验进行反复多次推理和演绎，来解决用常规网络管理事先预定方法无能为力的不确定性、动态性、协作性等问题。五大管理功能的综合是五大管理功能的兼备、合作与协调。 （撰写：陈锡铭　审订：李振邦）

zonghe yewu hulianwang xieyi

**综合业务互联网协议** integrated services internet protocol (Intserv IP) 因特网工程任务组（IETF）为支持综合业务和多媒体应用，解决因特网上的服务质量（QoS）问题而开发的一组标准和机制。其主要组成部分包括：⑴ 资源预留协议（RSVP），用于 IP 终端应用向网络节点指示其分组流的特征（如带宽、抖动、最大突发能力等），使沿途节点控制并分配所需资源，并在用户要求组播的情况下，控制自源根节点沿着点到多点路径传送；⑵ 流规范，按应用所期望的业务流形式和分组级策略，调度和提供所需的服务质量机制；⑶ 流标识（ID），使 RSVP 与 IPV 6 的流标识相结合，表征业务流的参数；⑷ 实时传送协议（RTP），在 RSVP 单址和组播基础上，指定为端到端的音频、视频、仿真等实时数据提供净负荷标识、序列编号、时间戳记和投递监督等能力。因此，Intserv 是在每业务流基础上进行处理的，所以处理负担较重，限制了网络使用的规模，当网络业务繁忙时，只提供“尽力而为”的服务质量，所以此后引起许多新标准和机制的研究和产生。 （撰写：智少游　审订：汪恩荣）

zonghe zhanshu zhanlüe shujuwang

**综合战术—战略数据网** integrate tactical-strategical data network 把战略数据网和战术数据网综合在一起的数据网。为实现战略、战术数据传送的一体化，在一种传输和交换制式或者在多种传输和交换制式网络叠加的基础上，将战术与战略网络互联为一体，实现跨越战略和战术领域的数据传送，进而为信息业务互操作的实现奠定基础。较早的国防数据网（DDN），已在分组交换的基础上与战术分组网（TPN）互联了起来。在最近的国防信息系统网（DISN）建设中，国防信息系统局（DISA）提出将 DISN 的 ATM 制式扩充至无线通信，通过 ATM 上的 IP，实现战术与战略的综合。而美国陆军则结合陆军战场信息系统的现状，提出以 IP 为基础，通过路由器实现战略与战术数据业务的综合，并采用多种方式（如战术多网网关——TMG，互联网控制器——INC 等）实现战术各子系统的互联。这些计划，均随着新技术的出现处于研究和试验之中。 （撰写：智少游　审订：汪恩荣）

zongxian biaozhun

**总线标准** bus standard 国家或国际有关组织、工业界正式公布或推荐的，关于总线电气、功能和机械特性的约定。总线标准也可能在某产品中率先使用，随后被业界接受而成为事实上的工业标准。总线标准的制定为计算机系统（或计算机应用系统）中各模块之间的互联和通信提供一个标准的界面，使得各模块间相互独立设计和开发成为可能。总线标准需要涉及的内容如下：⑴ 机械结构规范，接插件的结构、尺寸和机械性能，安装位置和尺寸；⑵ 功能规范，各引线信号名称、定义和功能，各引线之间信号的逻辑关系和相互作用的时序约定；⑶ 电气规范，各引线信号的逻辑电平、上升、下降和保持的时间，额定负载和最大、最小值，端接匹配要求等。总线按其连接功能模块的类型或在系统中的位置可以分为内部（或系统）总线和外部总线；按其传送数据的串行或并行方式分为串行总线和并行总线等。 （撰写：林宝光　审订：张学孝　张金荣）

zongxian caijueqi

**总线裁决器** bus arbiter 在多主控器的系统总线上仲裁与协调主控器对总线的适用优先权的裁决电路。总线裁决器同总线控制器、数据收发器和地址锁存器等相配合，将主控制器连接到系统总线。如果主控器不使用系统总线，总线裁决器就阻止总线控制器、数据收发器及地址锁存器访问系统总线，即强制所有驱动器的输出处于高阻态。当主控器要访问系统总线时，由总线裁决器裁决，优先权最高的主控器取得系统总线使用权，并将该主控器切换到系统总线。此时主控制器可以自由地访问系统总线。为适应各种系统的需要，总线裁决器可以有几种总线工作方式及几种优先级裁决方式。 （撰写：薛舫时　审订：林金庭）

zongxian kongzhiqi

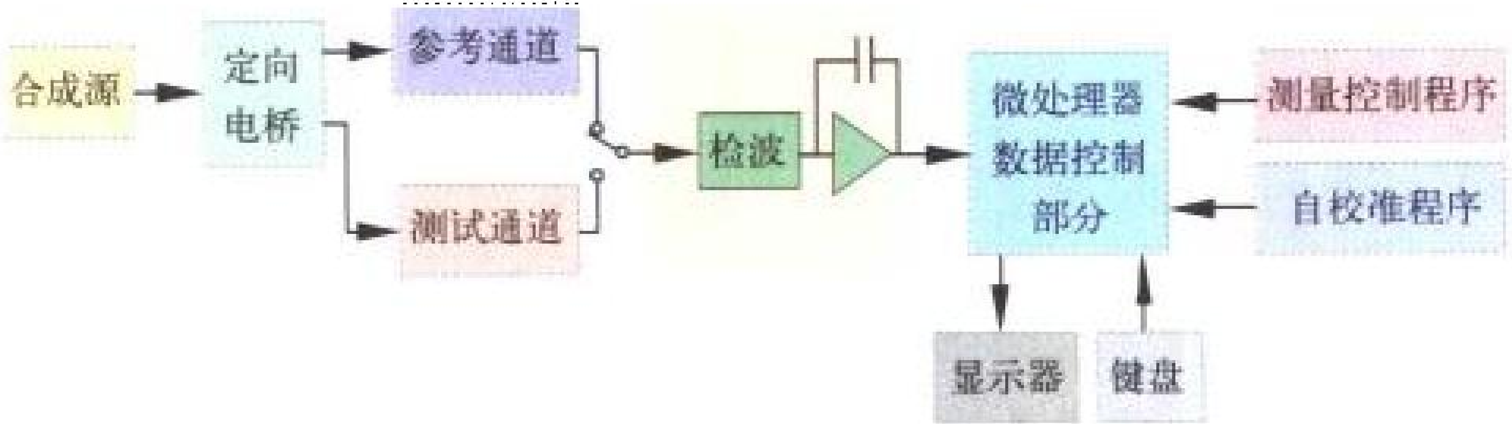
**总线控制器** bus control unit 执行中央处理器（CPU）对存储器或输入/输出设备访问的控制器集成电路。总线控制器电路由状态译码器、控制电路和命令信号发生器及控制信号发生器组成。在微机系统中，CPU 产生的控制信号其负载能力有限，又受到外引线数量的限制，CPU 仅产生状态信息，不直接产生控制存储器或输入/输出电路的读写控制信号。因而在组成系统时就需要由总线控制器根据状态译码信息，产生能直接驱动存储器和输入/输出电路的读写控制信号。不同的 CPU 应由相应的总线控制器来配合工作。由于其对负载能力要求高，因而一般由双极型电路来实现。为在微机系统中实现 DMA 操作或多处理器系统，总线控制器的命令输出信号都能实现三态控制。

（撰写：薛舫时　审订：林金庭）

zukang celiang

**阻抗测量** impedance measurement 测量电子元器件的阻抗。阻抗定义为在一定频率下，一个器件的端电压和流过该器件的电流之比（$Z=U/I$）。传统的阻抗测量仪器有阻抗电

桥、电容参数测量仪、电感参数测量仪等。一般的阻抗测量都是在直流或低频下进行的，为了实现射频频段的阻抗测量，产生了射频阻抗分析仪。射频阻抗分析仪测量阻抗的方法有反射系数法、射频电流—电压直接法、高/低阻抗测量法等，可以实现宽频带、高精度、高速度、自校准、自诊断的智能化测量。采用反射系数法的射频阻抗分析仪原理如图所示。




采用反射系数法的典型射频阻抗分析仪原理框图

（撰写：李为民　审订：陈光禹）

zusaishi ganrao

**阻塞式干扰**　barrage jamming　干扰信号频谱远大于信号频谱宽度，能同时对工作在干扰频谱内的多个电子设备实施干扰的一种宽带干扰技术（见图1、图2）。由于阻塞式干扰信号的频带宽度远大于被干扰电子设备的工作带宽，所以可以

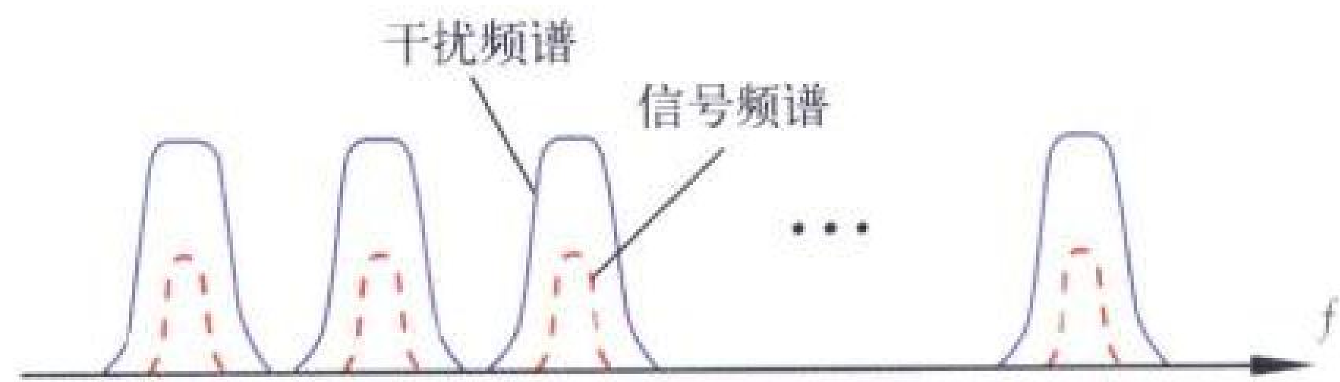



图1 梳状阻塞式干扰频谱示意图

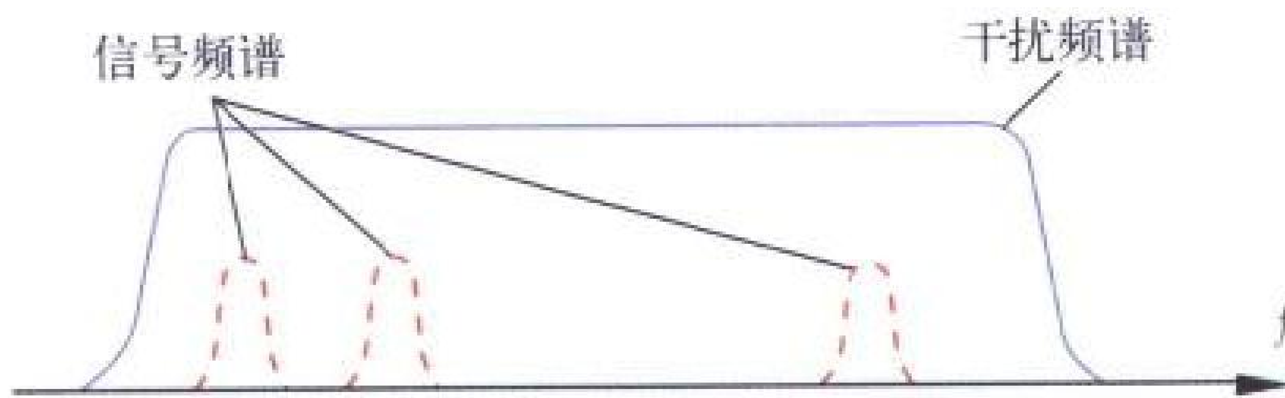


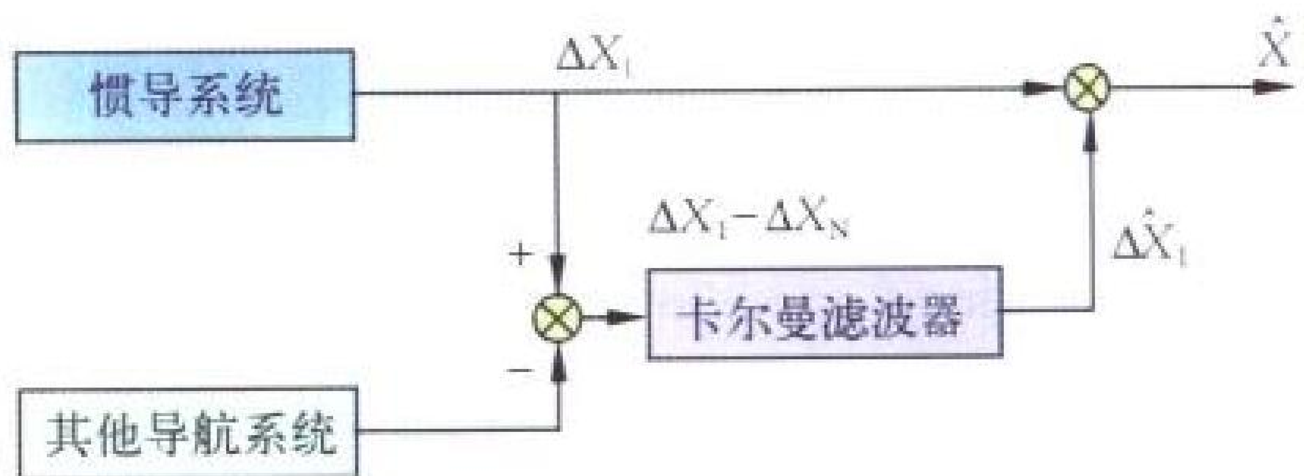

图2 连续阻塞式干扰频谱示意图

完全覆盖被干扰电子设备的有效工作带宽，实现压制性阻塞干扰，还能同时干扰工作在阻塞干扰频谱宽度内其他频率上的所有电子设备。其优点是实现干扰快、同时干扰的威胁目标多、引导设备简单等。缺点是干扰功率谱密度低，所需干扰功率大。根据干扰频谱结构的不同，阻塞式干扰可分为连续阻塞式干扰和梳状阻塞式干扰。

（撰写：王燕　审订：索以实）

zuhe daohang

**组合导航**　combined navigation　综合2个或2个以上导航传感器的信息，使它们优势互补，以提高整个系统的导航性能，来满足各类用户的多种需求的导航系统。根据实现的方式，组合导航系统可分为重调式和滤波处理式两大类。若从设备类型分，又可分为无线电导航系统间的组合和惯导系统与无线电导航系统（或天文导航）之间组合两大类，例如GPS/罗兰C、GPS/多普勒、GPS/惯导、惯导/天文和惯导/罗兰C等。多于两种导航设备的组合被称为多传感器组合导航系统。早期的组合导航系统采用重调法，它直接用一个导航系统的输出去校正另一个导航系统的输出，所以实现起来比较容易。重调法对抑制惯导随时间增大的定位误差十分有效，但组合后的精度只能接近于被组合的精度较高的导航系统，而且当用以校正惯导的系统停止工作后，惯导的误差立即开始增长。采用卡尔曼滤波技术能实现深层次的组合。此时可以进行传感器级的组合，滤波器处理的是原始测量值，所以更有利于克服被组合设备各自的缺点和发挥各自的长处，从而达到最佳的组合效果。经卡尔曼滤波处理后组合系统的精度要优于任一系统单独使用时的精度。所以较新的组合系统一般都用滤波法。




滤波组合导航原理图

（撰写：谢洪华　审订：邱致和）

zuhe luoji dianlu

**组合逻辑电路**　combinational logic circuit　在一个逻辑系统中，输出结果仅取决于当前各输入值，而与信号输入前的电路原状态无关，是不含存储元件，没有记忆和存储功能的电路。组合逻辑中输出由输入确定的法则，称为开关函数，最简单的开关函数有“非”函数、“与”函数和“或”函数，将它们进行组合可构成其他的逻辑。组合逻辑集成电路包括编码器、译码器、数据选择器、模拟开关、加法器、数值比较器、函数发生器、奇偶产生器等。

（撰写：贾松良　修订：景佩苏　审订：金毓铨）

zuhe luoji dianlu ceshi

**组合逻辑电路测试**　combined logic circuit testing　对组合逻辑电路进行测试和判断的技术。组合逻辑电路是输出结果仅取决于当前各输入值的组合的数字逻辑电路。组合逻辑电路测试的目的是进行故障诊断，即判断电路有无故障及确定故障的原因和位置，其基本方法是基于敏化通路原理，即将电路内部故障沿敏化通路敏化到电路输出端，从而实现测试和故障判断。目前，组合逻辑电路的测试方法可分为三大类：结构性方法、功能性方法和随机性方法。结构性方法又具有多种，比较经典的有$d$算法、扩展$d$算法和布尔差分法等。

（撰写：陈光禹　审订：顾亚平）

zuheshi qipian ganrao

**组合式欺骗干扰**　combined deception jamming　将多种欺骗干扰技术按一定的程序、规律、统一进行控制、管理的干扰技术。对于距离欺骗干扰、速度欺骗干扰和角度欺骗干扰，采用单一的干扰方法往往效果不好。如单纯的距离拖引干扰，拖引的距离范围只有数百米，对武器系统的杀伤力影响不大。单纯的角度干扰，因为雷达的体制不同，使干扰破坏角跟踪的能力受到很大限制，在一定条件下雷达还能从目标回波中提取角误差信息进行角跟踪。为了获得好的干扰效果，在实际干扰机中往往把各种欺骗干扰技术结合起来使用。最常用的是拖距（拖速）加角度干扰和距离加速度干扰。例如可先转发雷达信号，使雷达跟踪到此干扰信号上，然后

实施拖引，将雷达跟踪波门拖离真实目标回波信号，得到无穷大的干信比，再实施角度干扰，这样可以得到较好的干扰效果。（撰写：龚渝　审订：顾耀平）

zuida ganrao juli

**最大干扰距离** maximum jamming range 在通信干扰中，保证干扰机对被干扰设备达到有效干扰时，干扰机与被干扰设备间的最大距离。它是通信干扰机设计的重要参数之一。干扰机的最大干扰距离是根据其战术使用要求确定的。通常用最大干扰距离来推算通信干扰机应达到的有效辐射功率。在通信干扰中，其最大干扰距离通常与通信双方的距离有关；在雷达干扰中，其最大干扰距离通常取决于侦收的最大距离。（撰写：王燕　审订：索以宾）

zuidi xiandu yingji tongxin xitong

**最低限度应急通信系统** minimal element emergency communication system (MEECS) 现代战争中，在敌方高强度打击（特别是核武器）和毁伤的情况下，仍能生存下来的最低限度的战略通信系统。它包括机载指挥所、低频地波应急通信、流星余迹通信、地下通信，以及战略对潜通信系统等。（撰写：智少游　审订：汪恩荣）

zuijia ganrao yangshi

**最佳干扰样式** optimum jamming strategy 在通信干扰中，干扰样式通常是指干扰调制信号的种类，有时也指干扰调制信号的种类及其对干扰载频的调制方式。最佳干扰样式是指对于给定的目标信号形式和通信接收方式为获得有效干扰所需代价（如干扰功率）最小的那种干扰样式。

由于目标对象的多样性，其通信体制、信号形式、通信接收机工作方式等也都各不相同，因此一种通用的、万能的、在一切情况下永远都是最佳的干扰样式是不存在的。通常所说的最佳干扰样式都是指对于给定的信号形式和针对这种信号形式的接收方式所需压制系数（到达接收机输入端的干扰功率与通信信号功率之比）最小的那种干扰样式。

事实上在通信干扰实施过程中，干扰方只能在一定程度上（如通过侦察）知道干扰对象的信号形式，但不可能确知对方通信接收机的工作方式。所以，难以确定最佳干扰样式，但是根据博弈理论可知，对于给定的通信信号形式一定有一种干扰样式对于这种信号的所有接收方式都有良好（不一定是最好）的干扰效果，这种干扰样式就是对这种信号形式的最佳干扰样式。（撰写：牟绍方　审订：杨小牛）

zuixiao ganrao juli

**最小干扰距离** minimum jamming range 在雷达（或水声）干扰中，当干扰机对被干扰设备实施有效干扰时，掩护目标与被干扰设备间的最小距离。它是干扰机设计的重要参数之一。干扰机的用途不同，对最小干扰距离的要求也不同。设计干扰机时，首先根据其战术要求确定最小干扰距离，然后再由最小干扰距离确定干扰机应有的有效干扰功率，从而保证所设计的干扰机具有足够的干扰功率以达到有效干扰的目的。（撰写：王燕　审订：索以宾）

zuozhan fangzhen xitong

**作战仿真系统** combat simulation system 利用类比、模仿的方法试验作战行动和作战过程规律的一套硬、软件设备。它通常由计算机和作战模拟软件或实物组成。作战模拟系统能帮助军事人员深入探讨军事科学研究对象的功能和实质，揭示军事过程的量变过程，寻求由量变到质变的界限。在军事理论和学术研究、战略分析与规划、辅助高层领导人战前战略决策和辅助指挥员进行战役与战斗决策等诸多方面都有广泛的应用，已成为作战系统分析、研究和人员训练的重要工具。指挥自动化系统中所配备的作战模拟系统用于对已提出的几种可能的作战方案或行动规则进行模拟、择优汰劣、使指挥员的决策科学化，属于辅助决策系统的一部分。（撰写：施振明　审订：彭永录）

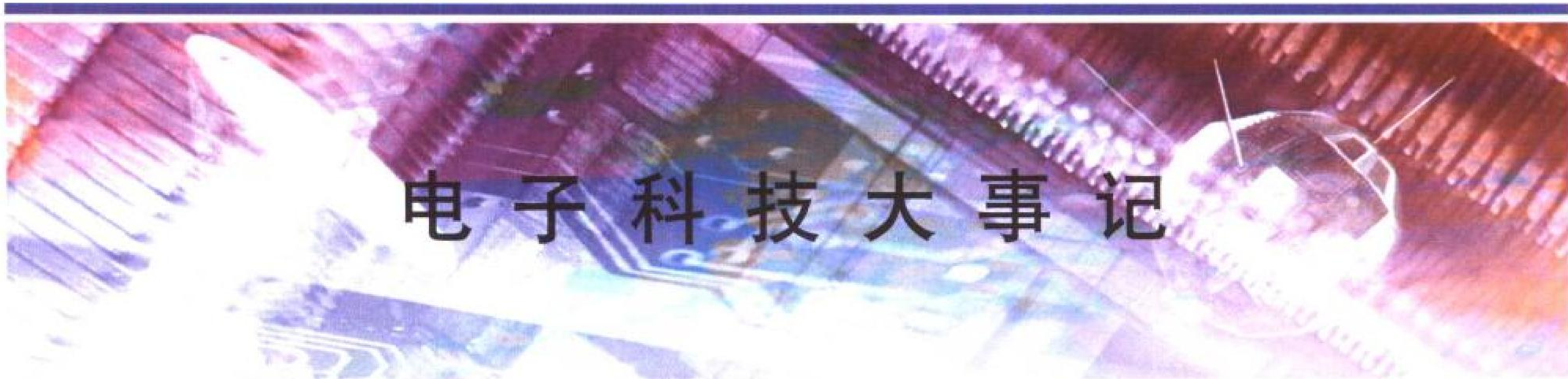
zuozhan tixi jiegou shitu

**作战体系结构视图** operational architecture view $C^4ISR$ 系统体系结构的视图之一，即对作战任务和行动、作战要素以及完成或支援军事作战所要求的信息流的一种描述（往往是图形）。它规定 $C^4ISR$ 系统信息交换的类型、交换频度、信息交换的用途、目的，以及与特殊互操作要求相适应的信息交换特征。作战体系结构视图以任务领域或作战过程为基础。任务领域如海上联合作战、区域防空等，作战过程如联合计划、火力要求和态势了解等。作战体系结构视图描述的广度和细度与其用途和目的要相称，有的只需说明广阔的功能领域的情况，有的要说明特定的节点到节点的信息交换、有的则要详细说明某种特定信息如何支援一种特定的作战单位。（撰写：施振明　审订：彭永录）

zuocang xianshiguan

**座舱显示管** cabin display tube 在飞机座舱中，将各种飞行、作战信息准确清晰地显示在飞行员座舱前方的显示管。座舱显示管通过计算机沟通了武器装备与敌方目标之间的联系，把武器系统—计算机—人联成一体，从而推动武器装备智能化。同时，它又替代了大量的仪器仪表显示，提高了显示精度，节省了座舱空间，提高了飞行员的快速反应能力。根据飞行员的观察方位，将飞行员前视方向的座舱显示管称平视管；将需俯视方向的管称下视管。这两种管均需抗冲击、耐振动并能在高湿度等恶劣环境下使用。平视管和下视管结构与黑白显像管类似，即由玻壳、荧光屏、电子枪和偏转线圈组成。它要求高亮度、高分辨率，能在太阳光直射下清晰可见。例如：平视管亮度为 40000 cd/m$^2$，是普通显像管工作亮度的 100 多倍，分辨率线宽小于 0.2 mm，大部分荧光屏采用辐射绿色光的荧光粉。

（撰写：严增濯　审订：廖复疆）




## 国内部分

**1** 1933年4月在江西瑞金创建了红军通信器材厂，这是新中国成立前红色革命根据地最早创建的通信工厂，并开始生产无线电台和零配件。新中国成立后，在抗美援朝时期我国通信工业获得锻炼和发展，开始自行设计无线电台。1950～1952年间试制成功的150W短波发信机和收信机、1000W短波发信机、超短波电台、超外差收信机，以及2W和15W短波电台等是我国最早自行设计制造的军用无线电通信设备。

**2** 1935年我国第一批收信放大管和发射管制造成功，揭开了中国人自己制造电子管历史的序幕。1949年研制成功用于发射机的充汞高压整流管，这是新中国研制的第一个国产电子管。

**3** 1950年5月11日，政务院财经委批准，在重工业部建制下，成立电信工业管理局，负责统一管理全国的电信工业。

**4** 1953年4月1日，政务院财经委批准，重工业电信工业管理局改属第二机械工业部建制，原电信工业管理局改名为第二机械工业部第十局。

**5** 1955年我国研制成功第一只米波雷达用的脉冲发射管。1957年我国研制成功第一只微波雷达用的磁控管。随后又试制出第一只大功率、宽频带无截获栅行波管用于舰载跟踪雷达。

**6** 1955年我国研制成功第一部米波远程警戒雷达，1956年我国研制成功第一部对海微波警戒雷达，开始了我国雷达自主设计的时代。

**7** 1956年我国研制成功第一只晶体管——锗晶体管。

**8** 1957年我国采用国产材料拉制出第一根锗单晶，随后于1958年拉制出我国第一根硅单晶，1961年又制成第一锭砷化镓单晶。

**9** 1958年2月11日，第一机械工业部、第二机械工业部、电机制造工业部合并成立第一机械工业部。原第二机械工业部第十局改名为第一机械工业部第十局。

**10** 1958年我国研制成功第一部电子管式通用数字电子计算机，实现了我国数字计算机“零”的突破。

**11** 1958年我国研制成功3路载波电话机，这是我国按照CCITT技术标准自行设计试制的第一部多路载波通信设备。

**12** 1959年我国研制成功第一部短波单边带通信机。

**13** 1960年，根据中共中央关于加速发展中国国防科学技术研究工作的决定，以原十局的研究所为主体，加上机械工业部和军事通信部门的部分研究力量，组建军事无线电电子科学研究院，于同年12月20日中共中央批准成立，划入军队编制，称国防部第十研究院。

**14** 1960年我国第一部1000 kW中波广播发射机研制成功，标志着我国的广播发射设备开始登上大功率的舞台。随后，于1972年又制成我国第一部1000 kW短波广播发射机。

**15** 1961年我国第一台红宝石激光器诞生。

**16** 1963年2月8日，中共中央、国务院决定成立第四机械工业部。1966年第十研究院并入第四机械工业部。

**17** 1963年我国研制成功第一部超短波接力机，1964年研制成功第一部脉冲式微波接力机，1972年研制成功第一部数字式微波接力机。

**18** 1964年下半年开始电子工业开展三线建设。1977年开始对三线的科研单位进行有计划、有步骤的调整、撤并、搬迁。

**19** 1964年我国研制成功第一部模拟式对流层散射通信设备，70年代初研制成功第一部数字式对流层散射通信设备。

**20** 1964年我国研制成功第一部晶体管式电子计算机，这是我国第二代电子计算机的开始。

**21** 1965年我国研制成功第一部全数字有线电话保密终端。

**22** 1965年我国自行研制成功第一个Algol-60编译系统。

**23** 1965年我国研制成功第一块集成电路。

**24** 1965年我国首次研制成功空军自动化指挥试验系统。

**25** 1966年我国研制成功第一部双波段高炮雷达。

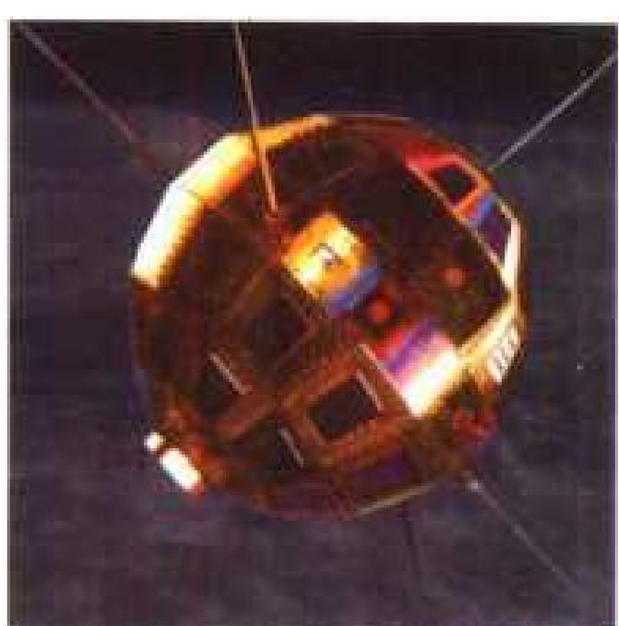
**26** 1967年我国自行研制的第一个地空导弹制导站通过设计定型。

**27** 1969年我国研制成功第一个靶场测控系统及其弹载、星载应答机。

**28** 1970年我国研制成功第一部单脉冲体制的靶场精密测量雷达。

**29** 1970年我国研制成功第一部舰用全电子自动交换机。

**30** 1971年我国研制成功的第一个太阳电池阵/全密封镉镍蓄电池组供电系统用于第二颗人造卫星（实验1号科学试验卫星）上。



我国第二颗人造卫星及其所用的太阳电池阵/全密封镉镍蓄电池组供电系统

**31** 1972年我国研制成功人造卫星激光测距仪，并与北京天文台合作在国内首次实现人造卫星激光测距。

**32** 1972年我国研制成功第一台高重频Q开关固体激光器。

**33** 1973年我国研制成功第一台集成电路通用数字计算机，它标志着我国计算机进入第三代。

**34** 1973年我国研制成功第一部大型超远程跟踪雷达。

**35** 1974年我国研制成功第一部晶体管式机载多普勒导航雷达。

**36** 1974年我国研制成功的第一部晶体管式400 W单边带短波电台生产定型，从此我国单边带短波电台跨入第二代。1987年研制成功的1600 W单边带短波发射机，成为我国第三代单边带短波电台。

**37** 1974年我国研制成功第一部靶场激光测距仪。

**38** 1974年我国研制成功“塔康”飞机近程导航系统。

**39** 1975年我国设计研制的第一个系列计算机面世。

**40** 1975年我国研制成功第一座模拟式10 m天线卫星通信地球站；1976年又研制成功国内第一座数字式15 m天线卫星通信地球站。

**41** 1975年我国研制成功第一个地球卫星遥控系统；1987年又研制成功第一个弹星通用遥控系统。

**42** 1976年我国研制成功第一部大型相控阵预警雷达。

**43** 1976年我国研制成功第一个数字式卫星通信综合试验站，包括15 m、5 m、1 m和0.6 m等4种天线的卫星通信地球站。



我国第一个数字式卫星通信综合试验站的15 m天线

**44** 1976年我国研制成功第一部全数字短波保密终端。

**45** 1977年我国研制成功第一个中程无线电导航系统；1990年又研制成功第一个远程无线电导航系统。

**46** 1977年我国研制成功第一台微型计算机。

**47** 1978年我国研制成功第一根低损耗光纤，并用此光纤铺设了我国第一条光纤通信线路实验段。

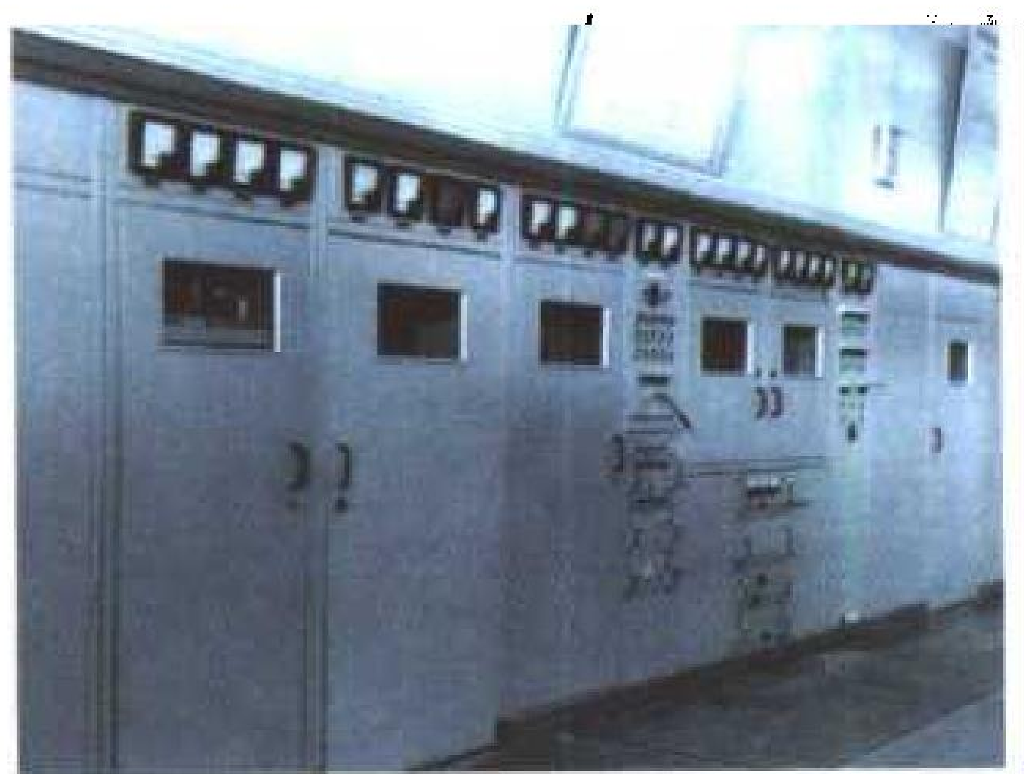
**48** 1979年我国研制成功第一部双波段微波引导雷达。

**49** 1979年我国研制成功第一部500万次大型电子计算机系统，及其第一个具有虚拟存储功能的多处理机操作系统。

**50** 1979年我国研制成功第一个大型实时操作系统。

**51** 1980年我国研制成功第一座500 kW大功率长波脉冲授时导航台；1986年我国又研制成功第一座2000 kW长波脉冲授时导航台，标志着我国长波授时技术

跨入了世界的先进行列。



我国研制的2000 kW长波脉冲授时发射机

**52** 1980年我国研制成功第一部小同轴地缆960路晶体管式载波电话机，标志着我国载波通信技术向前跨进了一大步。

**53** 1980年我国研制成功第一块砷化镓微波单片集成电路(MMIC)。

**54** 1981年我国研制成功当时世界上最大型的大功率超长波山谷天线。

**55** 1981年我国研制成功第一个微波统一测控系统。



我国研制的第一个微波统一测控系统的天线和设备

**56** 1982年4月第五届全国人民代表大会常务委员会第23次会议审议通过，批准国务院将第四机械工业部、国家广播电视工业总局、国家电子计算机工业总局合并，成立电子工业部。1982年5月，电子工业部确定实行二级管理，将部机关相应的管理部门分别和第十、第十四、第十九研究院合并，成立雷达工业管理局、元器件工业管理局、计算机工业管理局、通信广播电视工业管理局。

**57** 1983年我国推出第一个汉字操作系统——CCDOS系统。

**58** 1983年我国研制成功亿次的高性能计算机“银河”Ⅰ，1992年和1997年，10亿次和130亿次的“银河”Ⅱ和“银河”Ⅲ高性能计算机又先后问世；1999年和2001年先后推出的“神威”Ⅰ和“曙光”3000，其运算速度已分别超过3800亿次和4000亿次，这标志着我国成为继美国、日本之后，世界上第三个能自行设计、研制高性能计算机的国家。

**59** 1985年我国研制成功第一部红外激光测量雷达。

**60** 1986年我国建成第一个遥感卫星地面站。

**61** 1986年我国研制成功第一个多指令流、多数据流的“神州”系列标量亿次巨型机(“神州”Ⅰ)。

**62** 1987年我国研制的第一个多目标靶机测控系统交付使用。

**63** 1987年我国研制成功高临界温度超导材料。该超导材料零电阻温度达90.5 K，转变温度为114 K。

**64** 1988年4月全国人民代表大会决定，撤销电子工业部和机械工业部，组建机械电子工业部。1988年7月13日机械电子工业部正式成立。

**65** 1988年我国研制成功第一个空中交通管制系统。2000年又研制成功新一代的空中交通管制系统。



我国研制的空中交通管制系统

**66** 1988年我国研制成功第一台加固微型计算机。

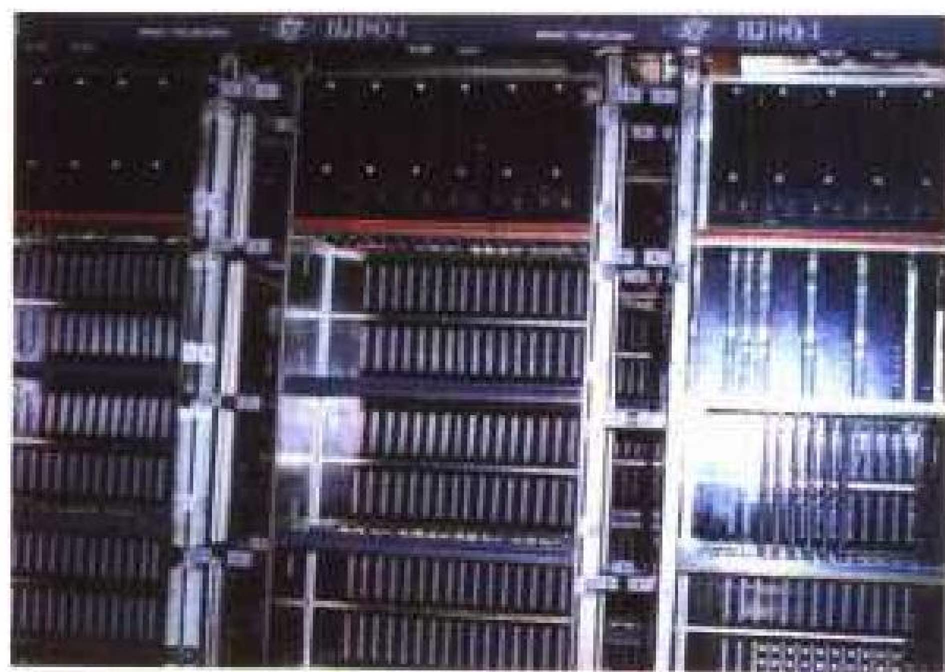


我国研制的第一台加固微型计算机

**67** 1989年我国研制成功全球定位系统(GPS)用户接收机。

**68** 1991年6月6日中国电子工业总公司成立。

**69** 1992年我国研制的第一部局用大容量数字程控交换机投入应用，实现了国产大容量数字程控交换机“零”的突破。



我国研制的第一部局用大容量数字程控交换机

**70** 1993年3月全国人民代表大会决定，撤销机械电子工业部、中国电子工业总公司，重新组建电子工业部。同年6月6日重新组建的电子工业部正式成立。

**71** 1994年我国研制成功第一部全固态短波宽带发射机。

**72** 1995年我国研制成功第一套无人机无线电测控系统。

**73** 1996年我国研制成功第一个S波段统一测控系统。

**74** 1997年我国拉制出第一根12 in (300 mm) 大直径硅单晶。

**75** 1998年3月全国人民代表大会决定，撤销邮电部、电子工业部、国家无线电管理委员会和国务院信息化领导小组办公室，成立信息产业部。

**76** 1998年我国研制成功第一台嵌入式加固PC机。



我国研制的第一台嵌入式加固PC机

**77** 1998年我国研制成功第一部异步转移模式(ATM)交换机。

**78** 1998年我国建成第一个大型地形图数据库。

**79** 1998年我国研制成功第一根百米长铋系高温超导带材，并制成第一根用这种带材制作的输电电缆。

**80** 1998年国产第一台开放式、无涡流磁共振成像系统(MRI)问世。

**81** 1998年我国在国际上首次成功制备出氮化镓一维纳米晶体棒。

**82** 1998年我国研制成功第一个微波着陆系统。

# 国 外 部 分

**1** 1864年英国麦克斯韦确立电磁场基本方程，1873年创立电磁辐射理论，从理论上预言了电磁波的存在；1887年德国赫兹通过实验证明电磁波的存在。赫兹的实验架起了从“有线”通向“无线”的桥梁，成为意大利马可尼和俄国波波夫无线电报传送实验的基础。

**2** 1895年和1896年马可尼和波波夫分别成功地进行了2.5 km和250 m的无线电报传送实验，并研制成功无线电收发报机。无线电报的发明是人类利用电磁波的第一个巨大成就，它开创了无线电通信的新纪元，电子学也从此开始了一个研究和利用电磁波的极其兴旺的时期。

**3** 1901年12月12日马可尼等在加拿大纽芬兰岛的圣约翰斯进行跨越大西洋的越洋无线电报通信试验成功，标志着远距离无线电通信的诞生。

**4** 1904年和1906年英国弗莱明和美国德弗莱斯特分别发明真空二极管和真空三极管，为当时蓬勃发展的无线电报通信事业提供了一种极其有用的器件。

**5** 1905年3月爱因斯坦论证了光的量子性质，揭示了光同时具有波动性和粒子性，得出光电效应基本定律，奠定了量子理论的基础。1915年提出了受激辐射理论，成为现代激光技术的理论依据。

**6** 1914年美国费森登发明回波测距。

**7** 1921年美国通用电气公司赫尔发明磁控管，1939年瓦立安兄弟发明速调管，1946年皮尔斯发明行波管。

**8** 1924年和1931年世界上第一条短波和超短波通信线路分别建成，1936年美国在纽约和费城之间建立了超短波接力通信线路。

**9** 1936年英国皇家雷达物理研究所沃森·瓦特研制成功脉冲防空雷达，这是世界上最先投入运行的第一部实用雷达。

**10** 1937年美国RCA公司研制成功第一部机载雷达和第一部扫描雷达。

**11** 1937年法国里夫提出脉码通信原理，这是数字通信的起源。

**12** 1938年英国在其东海岸建成防空雷达网。在第二次世界大战中，该网有效地防止了德国的空袭。

**13** 1938年美国研制成功第一部防空火力控制雷达。

**14** 1938年美国西屋公司研制出第一部远程警戒雷达。

**15** 1938年美国RCA公司研制成功第一部XAF舰载防空雷达。

**16** 1939年英国的布特和兰德尔研制成功实用的多腔磁控管。在此基础上，1941年美国麻省理工学院的辐射实验室研制成功世界上第一部微波雷达。

**17** 1943年美国研制成功脉冲双曲线型中程无线电导航系统罗兰A(Loran-A)；1960年研制成功中远程无线电导航系统罗兰C。

**18** 1945年美国宾夕法尼亚大学莫尔学院研制成功世界第一部电子管式数字电子计算机——ENIAC。它的研制成功标志着世界上第一代电子计算机的开始。

**19** 1945年多普勒导航仪投入使用。

**20** 1946年国际民航组织将仪表着陆系统(ILS)确定为标准着陆引导设备；1978年该组织又确定微波着陆系统(MLS)为着陆引导设备。

**21** 1947年12月23日美国贝尔实验室的肖克莱、巴丁和布莱顿发明锗点接触晶体管，这是世界上第一只晶体管。1954年美国得克萨斯仪器公司研制成功硅晶体管。

**22** 1952年美国贝尔实验室首先提出对流层散射超远距离通信的设想；1955年世界上第一条长为2600 km的对流层散射通信线路在北美建成。

**23** 1954年美国的汤斯用制冷的氨分子作工作物质制成世界上第一台微波激射器。稍后，苏联的巴索夫和普罗霍洛夫也研制成功以氟化铯为工作物质的微波激射器。

**24** 1954年美国贝尔实验室研制成功太阳能电池。

**25** 1955年美国研制成功战术空中导航系统——塔康(TACAN)。

**26** 1956年美国RCA公司研制成功第一部单脉冲精密跟踪测量雷达。

**27** 1957年美国麻省理工学院研制成功TX-2晶体管计算机，揭开了第二代电子计算机的序幕。

**28** 1957年IBM公司开发出第一种计算机高级程序语言——FORTRAN语言。

**29** 1957年美国通过电话线实现数据通信。

**30** 1958年美国得克萨斯仪器公司的基尔比等人研制成功世界上第一块集成电路(锗集成电路)。6个月后，美国仙童公司的诺伊斯制成了第一块硅集成电路。

**31** 1958年12月美国成功发射了第一颗用于通信的试验卫星(低轨道的“斯科尔”卫星)，开始了卫星通信的历史。

**32** 1958年美国和加拿大开始建设半自动地面防空系统——赛琪(SAGE)，这是世界上第一个指挥自动化系统。

**33** 1959年美国在格陵兰岛建立了第一个导弹早期预警系统。

**34** 1960年美国休斯研究所的梅曼研制成功世界第一台激光器——红宝石脉冲激光器。1961年美国贝尔实验室的詹万等制成第一个连续波激光器——氦氖气体激光器。

**35** 1960年试验性米波相控阵雷达问世。

**36** 1962年英国的约瑟夫逊从理论上揭示了在超导结中电子对可以通过氧化层形成超导电流的现象，即以其名字命名的约瑟夫逊效应。1963年安德逊和罗厄尔通过实验，使约瑟夫逊的理论得到证实。

**37** 1962年美国贝尔实验室研制出第一个脉冲编码调制(PCM)通信系统——TI系统。

**38** 1962年美国国家航空航天局发射世界上第一颗有源通信卫星——“电星”I号，成为卫星通信史上的一个里程碑。

**39** 1963年2月，美国将“辛康”II号发射到离地球35800 km的同步轨道，成为第一颗定点同步通信卫星，开始了同步卫星通信的历史。

**40** 1964 年世界上第一部合成孔径雷达问世。

**41** 1964 年美国 IBM 公司研制成功集成电路计算机，它标志着IBM 360等第三代电子计算机的开始。

**42** 1965 年美国贝尔实验室研制成功第一部电子程控交换机，开始了一个程控交换的新时代。

**43** 1966 年美国西屋公司研制成功S波段堆集波束三坐标雷达。

**44** 1968 年美国 IBM 公司开发成功世界第一个数据库管理系统 IMS。

**45** 1968 年美国建成世界上第一部大型超高频相控阵雷达AN / FPS-85。

**46** 1969 年美国贝尔实验室开发出世界第一个 Unix 操作系统。

**47** 1969 年美国国防部创立了 Internet 互联网的先驱 ARPA网，同年 12 月投入运行。

**48** 1970 年美国贝尔实验室研制成功室温工作的连续波半导体激光器，同时康宁公司研制成功低损耗光纤，从此，光纤通信成为现实，业界公认 1970 年为光纤通信元年。

**49** 1972 年 CCITT 提出综合业务数字网（ISDN）的概念，1985 年又提出了宽带综合业务数字网（B-ISDN）的概念。

**50** 1975 年英国普勒赛公司研制成功第一块砷化镓微波单片集成电路。

**51** 1976 年美国通用电气公司研制成功世界上第一部全固态三坐标雷达 AN/TPS-59。

**52** 1976 年美国贝尔实验室在亚特兰大建成世界上第一个实验性光纤通信系统。

**53** 1977 年美国斯坦福大学研制成功大功率可调激光器。

**54** 1982年美国建成超远程无线电导航系统奥米伽（Omega）。

**55** 1983 年美国 RCA 公司和雷声公司研制成功世界第一部舰载多功能相控阵雷达 AN / SPY-1。

**56** 1985 年美国微软公司开发成功 Windows 操作系统。

**57** 1989 年 CCITT 制定异步传递模式（ATM），并选定为宽带综合业务数字网采用的信息传输和交换的格式。现今它已成为一种主要的高速网络技术。

**58** 1994 年美国研制的全球定位系统（GPS）正式投入运营。

**59** 1996 年俄罗斯研制成功全球卫星导航系统 GLO-NASS。

**60** 1998 年法国、德国、英国和意大利等联合研制成功第一部固态相控阵炮位侦察雷达 COBRA。

**61** 2000 年美国 IBM 公司开发出至今世界上运算速度最快的超级计算机，其运算速度达 12 万亿次。

# INDEX OF ARTICLES

## D

F

J

# 参 考 文 献

[1] 中国大百科全书总编辑委员会《电子学与计算机》编辑委员会编. 中国大百科全书：电子学与计算机. 北京：中国大百科全书出版社，1986.

[2] 中国大百科全书总编辑委员会《材料科学技术》编辑委员会编. 中国大百科全书：材料科学技术. 北京：中国大百科全书出版社，1995.

[3] 中国军事百科全书编委会编. 中国军事百科全书：军事技术. 北京：军事科学出版社，1997.

[4] 张效祥主编. 计算机科学技术百科全书. 北京：清华大学出版社，1998.

[5] 童志鹏等编. 综合电子信息系统——现代战争的擎天柱. 北京：国防工业出版社，1999.

[6] 侯印鸣等编. 综合电子战——现代战争的杀手锏. 北京：国防工业出版社，2000.

[7] 王小谟等编. 雷达与探测——现代战争的火眼金睛. 北京：国防工业出版社，2000.

[8] 何非常等编. 军事通信——现代战争的神经网络. 北京：国防工业出版社，2000.

[9] 干国强等编. 导航与定位——现代战争的北斗星. 北京：国防工业出版社，2000.

[10] 石书济等编. 飞行器测控系统——看不见的领航员. 北京：国防工业出版社，1999.

[11] 黄月江等编. 信息安全与保密——现代战争的信息卫士. 北京：国防工业出版社，1999.

[12] 杨天行等编. 计算机技术——现代战争的信息中枢. 北京：国防工业出版社，1999.

[13] 瞿兆荣等编. 计算机软件技术——现代战争的智慧之神. 北京：国防工业出版社，2000.

[14] 毕克允等编. 微电子技术——信息装备的精灵. 北京：国防工业出版社，2000.

[15] 梅遂生等编. 光电子技术——信息装备的新秀. 北京：国防工业出版社，1999.

[16] 廖复疆等编. 真空电子技术——信息装备的心脏. 北京：国防工业出版社，1999.

[17] 徐泽善等编. 传感器与压电器件——信息装备的特种元件. 北京：国防工业出版社，1999.

[18] 陈景贵等编. 化学与物理电源——信息装备的动力之源. 北京：国防工业出版社，1999.

[19] 沈能珏等编. 现代电子材料技术——信息装备的基石. 北京：国防工业出版社，2000.

[20] 陈光禡等编. 现代电子测试技术——信息装备的质量卫士. 北京：国防工业出版社，2000.

[21] 张立鼎等编. 先进电子制造技术——信息装备的能工巧匠. 北京：国防工业出版社，1999.

[22] 电子工业技术词典编委会编. 电子工业技术词典. 北京：国防工业出版社，1980.

[23] 现代电子科学技术词典编委会编. 现代电子科学技术词典(上、下卷). 北京：电子工业出版社，1992.

[24] Barton D K，Leonov S A. Radar Technology Encyclopedia. Boston. London：Artech House，Inc.，1997.

[25] Michael Bass. Handbook of Optics. New York：McGraw-Hill，Inc.，1995.

[26] Clyde F Coombs. Electronic Instrument Handbook. New York：McGraw-Hill，Inc.，1995.

[27] William S Cohen. Annual Report to the President and the Congress. Washington：2000.

[28] 熊皓主编. 无线电波传播. 北京：电子工业出版社，2000.

[29] 王阳元主编. 集成电路工业全书. 北京：电子工业出版社，1993.

[30] 刘蕴才主编. 导弹卫星测控系统工程. 上册. 北京：国防工业出版社，1996.

[31] 何守才等主编. 数据库综合大辞典. 上海：上海科学技术文献出版社，1995.

[32] 兵器工业科学技术辞典编辑委员会编. 兵器工业科学技术辞典：弹道学. 北京：国防工业出版社，1991.

[33] 陈光禡，张世箕. 数据域测试及仪器(第二版). 北京：电子工业出版社，1994.

[34] 杨臣华等主编. 激光与红外技术手册. 北京：国防工业出版社，1990.

[35] 电子工业技术词典编委会编. 基本电子线路. 北京：国防工业出版社，1977.

[36] 最新国防科技词典编委会编. 最新国防科技词典. 北京：解放军出版社，1993.

[37] 郑人杰主编. 软件工程(高级). 北京：清华大学出版社，1999.

[38] 林象平主编. 电子对抗原理. 北京：国防工业出版社，1982.

[39] 张煦主编. 光纤通信技术词典. 上海：上海交通大学出版社，1990.

[40] 符福峘主编. 信息资源学. 北京：海洋出版社，1997.

[41] 高技术新材料要览编委会编. 高技术新材料要览. 北京：中国科学技术出版社，1993.

[42] Eric J Lerner. Laser Focus World. 1998.

[43] Europe Synthetic Aperture Radar Conference. 1996.

[44] Moira J West-Brown，Don Stikvoort，Klaus-Peter Kossakowski. Handbook for Computer Security Incident Response Teams (CSIRTs)，December 1998.

[45] Thomas A Longstaff，James T Ellis，Shawn V Hernan，Howard F Lipson，Robert D McMillan，Linda Hutz Pesante，Derek Simmel. Security of the Internet，1997.

[46] C4ISR Architecture Working Group. C4ISR Architecture Framework. Version 2.0. 1997.

[47] Defence Electronics. The C3I Handbook-Edition Three. California USA：Ew Comunications Inc.，1988.

[48] 中国国防科技信息中心编. 国防高科技名词浅释. 北京：国防工业出版社，1996.

[49] 凯斯主编. 光探测器与红外探测器. 董培芝等译. 北京：科学出版社，1984.

[50] 梁振军. 英汉计算机网络技术词典. 北京：科学出版社，龙门书局，1998.

[51] 毕克允主编. 中国军用电子元器件. 北京：电子工业出版社，1996.

[52] 陈文伟编著. 决策支持系统及其开发(第二版). 北京：清华大学出版社，2000.

# 后 记

《国防科技名词大典》是在国防科学技术工业委员会的领导下，由科技与质量司具体组织编撰的大型国防科技工具书。电子卷作为这部辞书的组成部分，收录了电子科技名词术语近2000条，彩色图表近700幅，约130万字。

根据这部辞书的总体框架，经过统一协调，本卷以收录电子行业的基础性词汇为主，其他行业电子词汇则收录在相应专业卷中。根据总编委会关于“求新、求精、优质、高效”的编撰要求，我们指定了18个牵头单位分别负责各个分支的组织编撰工作，每个分支确定了1～2位专家担任主编。全卷共聘请了包括两院院士在内的400余位专家参加编撰审订工作。这些专家经过多次讨论，确定了本卷的框架，根据现行的国家和行业标准，在参阅了《中国大百科全书》、《中国军事百科全书》等国内外众多工具书的基础上，撰写了词条释文。这些释文经过同行专家和本卷编委会的认真修改、审订，最后由总编委会审核定稿。我们希望，本卷能在吸取前人经验的基础上，有所创新，力求全面覆盖电子科学技术领域的基础性名词术语，达到标准化、规范化的目的，进而对电子科学技术的发展有所帮助，有所促进。

本卷的绝大多数词条是新撰写的；有少部分词条是在已有参考释文的基础上，根据电子科学技术的新发展进行了适当的修订；还有少量词条，由于原有释文(图表)符合本书的编撰要求，本卷进行了适当的引用。对于这些词条的作者，我们一并表示感谢。

集当代众多高新技术于一体的电子科学技术，发展迅速，新概念、新技术、新产品不断涌现，我们将对新的电子科技名词术语及时进行汇总、归纳、积累，希望广大读者提出宝贵的意见和建议。

《国防科技名词大典》
电子卷编委会
2001年12月